

E 3593

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

MTA-MMSZ Kft.

- *Imissziós- és emissziós mérőállomások*
- *Modulos csatlakozórendszer a méréstechnikában:  
a VXI-busz*
- *A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia analitikai  
alkalmazása*
- *A valódi hőmérséklet meghatározása érintésmentes mérésnél*
- *Anyag- és állapotvizsgálat akusztikus emisszióval*





„MTA-MMSZ”

## Műszer-, Méréstechnikai Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

1119 Budapest, Etele u. 59-61. 1502 Budapest, Pf. 58.

telefon: 166-2366, telex: 22-6936 akamu

### MŰSZERHÁZ (tel/fax: 161-2280)

Műszerkölcsonzés, lízing

Környezetvédelmi műszerek szervizképviselete,

javitása, felújítása

telefon: 181-0903

### MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

– vízminőség-, levegőösszetétel vizsgálat

– zaj- és rezgésmérés

– laboratóriumi elemző mérések, kalibrálás

Egyedi környezetvédelmi műszerek, eszközök

rendszerek építése, telepítése

### KÖRNYEZETI ÁRTALMAK ELHÁRÍTÁSA

1119 Budapest, Bártfai u. 65.

tel/fax: 181-3946

### KERESKEDELMI TEVÉKENYSÉG

– mintaterem

– piackutatás

tel/fax: 162-0702

### ÜZLETHÁZ

– környezetvédelmi műszerek, berendezések,

alkatrészek és fogyóanyagok értékesítése

– mintakollekciók bemutatása

1075 Budapest, Károly krt. 13-15.

tel/fax: 142-1169

### SZERVIZSZOLGÁLTATÁS

Külföldi cégek képviselete,

műszereinek beszerzése,

üzembehelyezése,

garanciális és garancián túli javítása,

karbantartása, felújítása

telefon: 186-9589, 186-9760

fax: 161-1021

### SZAKTANÁCSADÁS

Műszer- és méréstechnikai szaktanácsadás

Országos Műszernyilvántartás

Műszerprospektustár

Országos Műszerszerviz-nyilvántartás

telefon: 166-2366

fax: 162-0705

### VÁLLALKOZÁS

Fejlődő országok műszergazdálkodási

konceptiójának kialakítása

Komplex műszerügyi központok

megtervezése, kivitelezése

Műszerügyi infrastruktúra rendszerszerű

fejlesztési módszer értékesítése

Megfelelő előképzettségű külföldi szakemberek

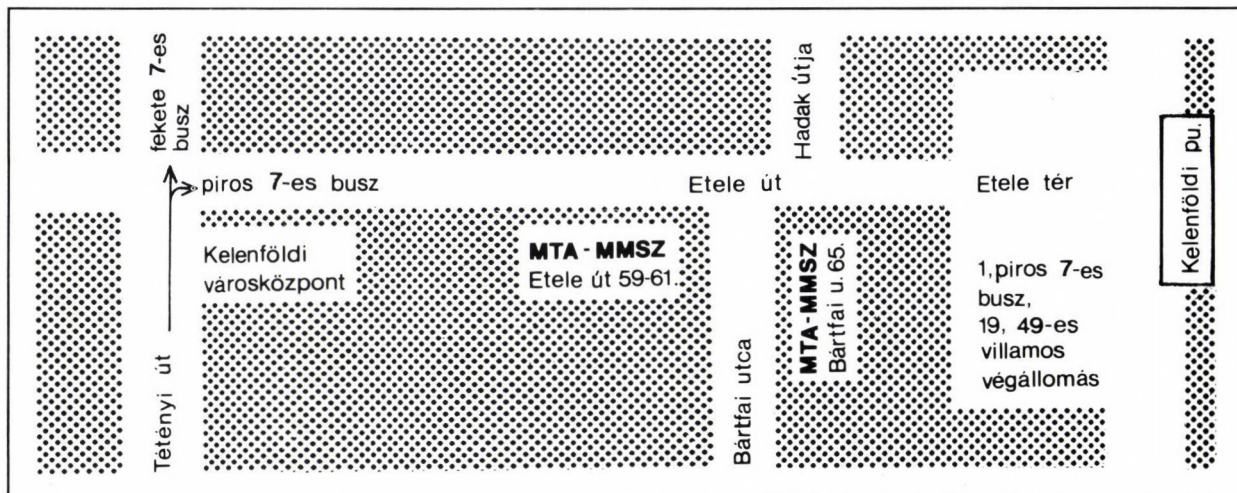
szakmai továbbképzése

ittthon és a helyszínen

Nemzetközi szervezetekkel

való együttműködés

tel/fax: 162-0705





E 3593

**Szerkeszti:**

A Szerkesztőbizottság

**A Szerkesztőbizottság elnöke:**

Dr. Stokum Gyula

**Felelős szerkesztő:**

Gellai Illés

**Operatív szerkesztő:**

Radnai Rudolf

**Lektorálta:**

Dr. Lukács Gyula  
és Radnai Rudolf

**E számunk szerzői:**

Boross Gézáné  
Fekete Jenő  
Karner Miklós  
Kemenczky Géza  
Kérészi Barnabás  
Kovács Attila  
Kőfalvi Jenő  
Lohász Márton  
Dr. Lukács Gyula  
Morovján György  
Pellionisz Péter  
Radnai Rudolf  
Ratkai Tünde  
Riesz Gábor  
Szepesi Ildikó

**Szerkesztőség:**

MTA-MMSZ Kft.

1119. Budapest,

XI., Etele u. 59–61.

Levélcím: 1502 Budapest, Pf. 58.

Telefon: 166-2366

**Terjeszti:**

MTA-MMSZ Kft.

HU ISSN 0133-3704

**A kiadásért felel:**

Dr. Stokum Gyula

**Nyomdai előkészítés:**

H&L BT.

**Nyomda:**

AKAPRINT Kft.

**Felelős vezető:**

Dr. Héczey Lászlóné  
9320864

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

29. évfolyam, 52. szám, 1993



ÁLLOMÁNYBÓL TÖRÖLVE  
Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi Egyetem  
Országos Műszaki Információs  
Központ és Könyvtár

## TARTALOM

**Kovács Attila–Kemenczky Géza:**

A MŰSZERHÁZ új üzletpolitikája ..... 3

**Kérészi Barnabás–Lohász Márton–Riesz Gábor:**

Immissziós- és emissziós mérőállomások ..... 11

**Radnai Rudolf:**

Modulos csatlakozórendszer a méréstechnikában:  
a VXi-busz I. rész ..... 17

**Fekete Jenő–Morovján György–Szepesi Ildikó–Ratkai Tünde:**

A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia analitikai  
alkalmazása. II. Detektorok jellemzői,  
UV-VIS detektorok ..... 25

**Karner Miklós:**

A valódi hőmérséklet meghatározása  
érintésmentes mérésnél ..... 47

**Pellionisz Péter:**

Anyag- és állapotvizsgálat akusztikus emisszióval ..... 59

**Dr. Lukács Gyula:**

Metrológiai horizont ..... 71

**Kőfalvi Jenő:**

Külföldi műszerújdonóságok ..... 78

**Boross Gézáné:**

A kölcsönműszerpark szaporulata ..... 88

**Radnai Rudolf:**

Könyvismertetés ..... 94



# INSTRUMENTS AND MEASURING TECHNIQUES NEWS

Vol. 29., No. 52. 1993

## CONTENTS

<b>A. Kovács–G. Kemenczky:</b> The new business policy of the Instrument House .....	3
<b>B. Kérészi–M. Lohász–G. Riesz:</b> Environmental monitoring stations for imission and emission measurements.....	11
<b>R. Radnai:</b> A modular test system: the VXIbus. Part I. ....	17
<b>J. Fekete–Gy. Morovján–I. Szepesi–T. Ratkai:</b> Applications of HPLC in analytical chemistry. II. Detector characteristics, UV-VIS detectors .....	25
<b>M. Karner:</b> Determination of the true temperature in noncontact measurements .....	47
<b>P. Pellionisz:</b> Material and condition testing with acoustic emission .....	59
<b>Gy. Lukács:</b> Metrological news .....	71
<b>J. Kőfalvi:</b> New instruments abroad .....	78
<b>G. Boross:</b> New instruments on hire .....	88
<b>R. Radnai:</b> Book reviews .....	94



# A MŰSZERHÁZ új üzletpolitikája

KOVÁCS ATTILA – KEMENCZKY GÉZA

A gazdasági és társadalmi változásokhoz való alkalmazkodás feltétele a gyors, pontos piaci, üzleti információ. A számítógépek terjedésével egyrészt az információk hihetetlenül gyorsan elérhetők, másrészt rendkívül gyorsan feldolgozhatók.

A közvetlen piaci információ fontosságának felismerése vezetett az **új vállalkozási koncepció**, a MŰSZERHÁZ üzletpolitikájának kidolgozásához, melyben kiemelkedő szerepet kapott a számítógépes telekommunikáció.

A **MŰSZERHÁZ** versenyfeltételekhez alkalmazkodó **új üzletpolitikát** valósít meg, mely magában foglalja a piaci igényeknek megfelelő régi, jól bevált szolgáltatásokat, de a változó gazdasági környezethez új tevékenységeket és szolgáltatásokat is kínál a gazdasági élet minden szereplőjének, vállalkozójának az alábbiak szerint.

## Kereskedelmi tevékenység

- Ennek keretében biztosítjuk a kölcsönzéshez szükséges **műszerállomány bővítését**, amely végső soron jelenlegi és potenciális ügyfeleink hasznára szolgál.
- **Saját kockázatra és az ÜZLETHÁZ-ban való továbbértékesítésre** is vásárolunk hazai és külföldi műszereket, termékeket.
- Ezenkívül **vállaljuk bármilyen termék** bármely cégtől való **beszerzését**.
- Eladási **képviselési szerződés** alapján a SERVOMEX és HORIBA cégek környezetvédelmi műszereire piackutatási, üzletszerzői, értékesítési tevékenységet végzünk. Nemrég váltunk a **Hewlett-Packard** cég PC termékeinek **resellerévé**, illetve az analitikai műszerek **dealerévé**.

További **termékinálatunk** kiterjed a jól ismert **Mettler Toledo** cég ipari, a **Mettler Comesa** cég laboratóriumi mérlegeire. A **Testoterm** cég különböző hőmérsékletmérő műszereire is fogadunk megrendeléseket. A **Rotem** cégtől sugárázmérő műszereket importálunk. A finn **HNU** cég laboratóriumi és analitikai műszereire, az **ELE** angol cég víz-, levegő minőségmérő műszereire, a **TG** angol cég oktatási berendezéseire most folytatunk piackutatást.

- A **választék bővítése** céljából rendszeres piackutatást folytattunk mind a belföldi kínálati és keresleti piacon, mind a külföldi ajánlati piacon, melynek során óriási gyakorlattal és kiterjedt beszerzési lehetőségekkel rendelkező távolkeleti kereskedőházakkal vetjük fel a kapcsolatot. Olyan, fejlett technológiával készült műszeripari, illetve ahhoz közel álló termékeket kerestünk, amelyeknek a minősége kitűnő, árfekvésük pedig a távolság ellenére is versenyképes értékesítést tesz lehetővé.

Választék ajánlatunkat részben mintakollekciók bemutatása, részben **szimpóziumok**, **vevőankétok**, aukciók szervezése útján teszteljük üzleti partnereink körében.

## Műszerkölcsönzési és lízingtevékenység

A kereskedelem mellett nem hanyagoljuk el hagyományos tevékenységeinket sem, melyek közül a kölcsönzés a piaci viszonyok elterjedésével, a költségérzékenység másfajta felfogásával új értelmezést nyer: **más a hatása a nyereségre a beruházásnak és más a műszerkölcsönzésnek**.

Míg a műszerberuházás tőkeberuházást és kamatvesztést, idővesztést, korlátozott garanciát, amortizációs eljárást, műszerkötöttséget jelent, addig a kölcsönzés gyorsaságot, adóból leírható költségelszámolást, korszerű műszert, műszercserélési lehetőséget, a használat idejére teljes garanciát nyújt.

Abban az esetben, ha a műszer nem folyamatos üzemeltetésre szolgál (tapasztalataink szerint az esetek 30%-ában), a fenti összehasonlítás egyértelműen a kölcsönzés előnyeit mutatja mind költségelszámolás, mind adózás szempontjából. A műszerkölcsönzési igények kielégítésének megkönnyítését a **kölcsönműszer katalógus** szolgálja, mely évente kerül kiadásra.

A kölcsönműszer katalógusban szereplő valamennyi műszerre és készülékre nemcsak **kölcsönzési**, hanem **lízing szerződést** is köthetünk és vállaljuk a katalógusban nem szereplő bármilyen más műszer, gép és készülék beszerzését és lízingelését is előnyös feltételekkel.





A MŰSZERHÁZ kölcsönműszer raktára (részlet)

## Mérésszolgáltatás

E tevékenység keretében jól felkészült szakembergárdánkra és a legmodernebb műszerállományunkra támaszkodva az alábbi szolgáltatásokat vállaljuk:

- hálózati teljesítmény- és zavarmérések,
- vízminőség, és levegőösszetétel vizsgálat,
- zaj- és rezgésmérés,
- talajszennyezettség vizsgálat mobil és telepített mérőállomások segítségével,
- laboratóriumi elemző mérések, kalibrálás,

## Környezetvédelem

### A környezetvédelem területén vállaljuk

- a környezetvédelem műszereinek szervíz-képviseletét, javítását, felújítását, általánydíjas karbantartását,
- egyedi környezetvédelmi műszerek, eszközök, rendszerek építését, telepítését,
- szakvélemény készítését, beruházási tanácsadást, átalakítási feladatok fővállalkozását és közreműködést a kivitelezésben.

## Szaktanácsadás

E tevékenységünk több évtizedes múltra tekinthet vissza, és a szakmérnökök széles körű elméleti és gyakorlati ismeretei mellett az országban egyedülálló adatbázisokra, az Országos Műszernyilvántartásra, a Műszerprospektustarra és a Műszerszervíz- és képviselet-nyilvántartásra támaszkodik.

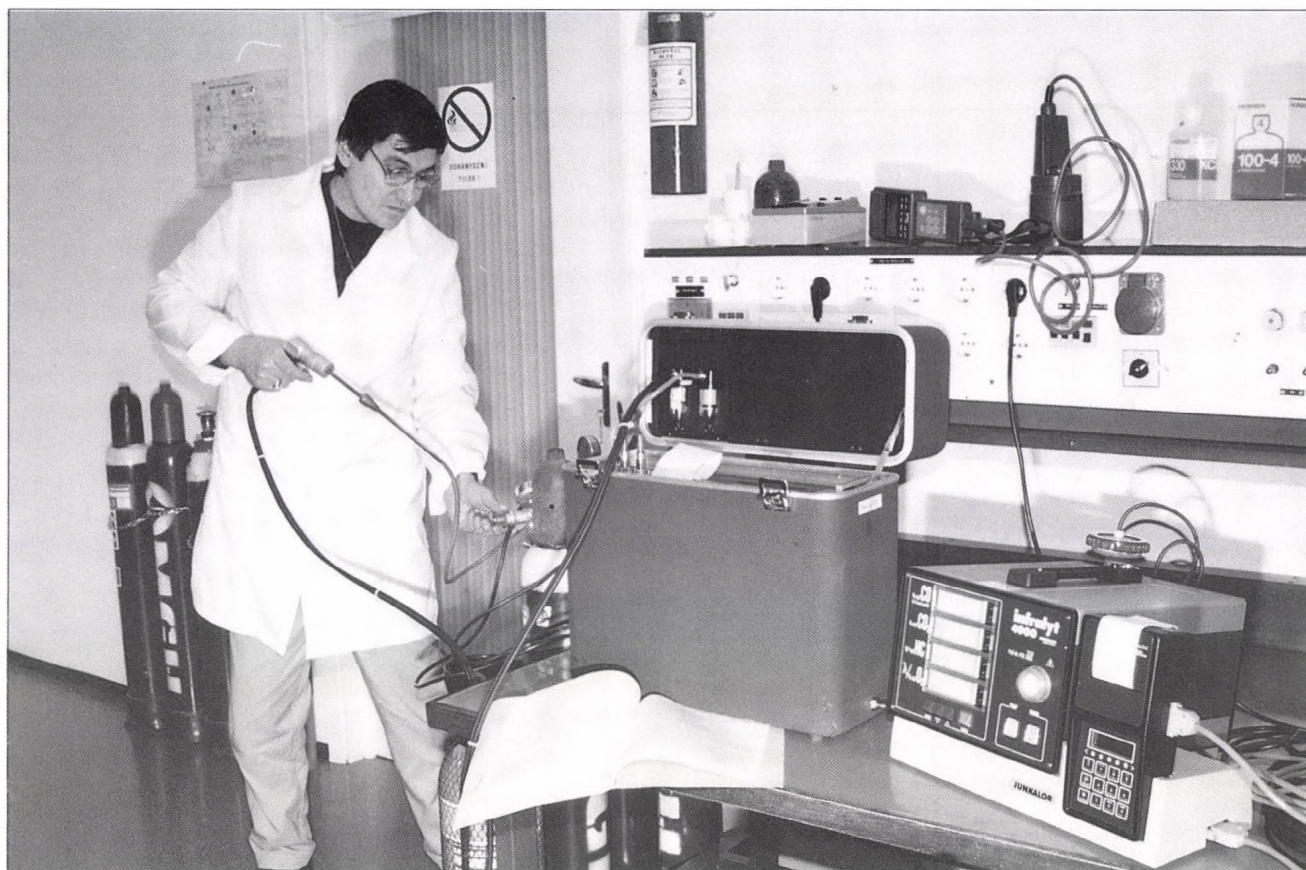
Az érdeklődők rendelkezésére áll a mérési módszerekre, műszerkiválasztásra, valamint az adatbázisokból nyerhető információkra vonatkozóan.

A fentiekén túlmenően a MŰSZERHÁZ **vállalja egyedi méréstechnikák és egyedi műszerek** különleges feladatok megoldására való **kidolgozását** is.

## Közelebb a vevőkhöz

A piaci viszonyokhoz való további alkalmazkodást jelenti a kereskedelmi tevékenység bővítése céljából Budapesten a Károly körút 13-15. szám alatt megnyitott **ÜZLETHÁZ, amely a MŰSZERHÁZ egyedülállóan széleskörű szolgáltatásait kínálja a nagyközönségnek.**





Környezetvédelmi műszer javítás utáni kalibrálása



Az ÜZLETHÁZ bejárata



A World Trade Center, az új irodaházak, mélygarázsok, bankfiókok és a méregdrágán bérelt lakásokban működő képviseletek, valamint vegyesvállalati irodák sokasága jelzi, hogy ma itt van az üzleti élet központja. Reprezentatív üzletházunk új színfoltot jelent e pezsgő üzleti negyedben.

Az **ÜZLETHÁZ** piaci keresletnek megfelelően bővülő **termékkínálata** jelenleg az alábbi választékból áll:

– **Hewlett-Packard PC-k és perifériák**

Vectra 386-os, PC, műszaki és tudományos, üzleti kalkulátorok, lézernyomtatók, valamint tartozékok, kiegészítők (memóriabővítők, festékkazetták, cartridge-ek, kábelek, floppy lemezek stb.).

– **Horiba víz- és levegő minőségellenőrző műszerek**

zsebben hordozható, LCD kijelzésű mérőműszerek a folyadékok vezetőképességének, iontartalmának, sótartalmának, pH értékének mérésére, infravörös termométerek, olajtartalom elemző, oldószer visszanyerő.

– **Márkás elektronikai és elektromos műszerek**

(multiméterek, oszcilloszkópok, analízátorok stb.) és a műszerek használatához szükséges kiegészítők, tartozékok, fogyóanyagok (pl. mérőfejek, regisztráló papírok, lezárók, illesztők, kábelek, csatlakozók, adapterek).



Hewlett-Packard PC termékek az ÜZLETHÁZBAN

– **Hewlett-Packard analitika**

kolonnák, kötőelemek, gáz- és folyadék-kromatográfokhoz, integrátorok, cartridge kolonnák, mintaadagoló hurkok HPLC-hez, küvettek, tartozékok fotométerekhez, mintaadagoló fecskendők gázkromatográfokhoz.

– **Servomex gázanalizátorok**

tenyérnyi nagyságú LCD kijelzős monitorok ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) hordozható ipari gázanalizátorok.

E cikk írása idején **Európában először** nálunk kapható a **Hewlett-Packard cég legújabb, lézermínőségű hordozható nyomtatója.**

Ezek a mindössze 2 kg súlyú nyomtatók lehetővé teszik az utazó menedzserek számára, hogy üzleti tárgyalásaik eredményét, a jegyzőkönyvet, szerződéseket, leveleket minőségi formában készítsék el ügyfeleik, partnereik számára.





Servomex gyártmányú kézi NO<sub>2</sub> monitor

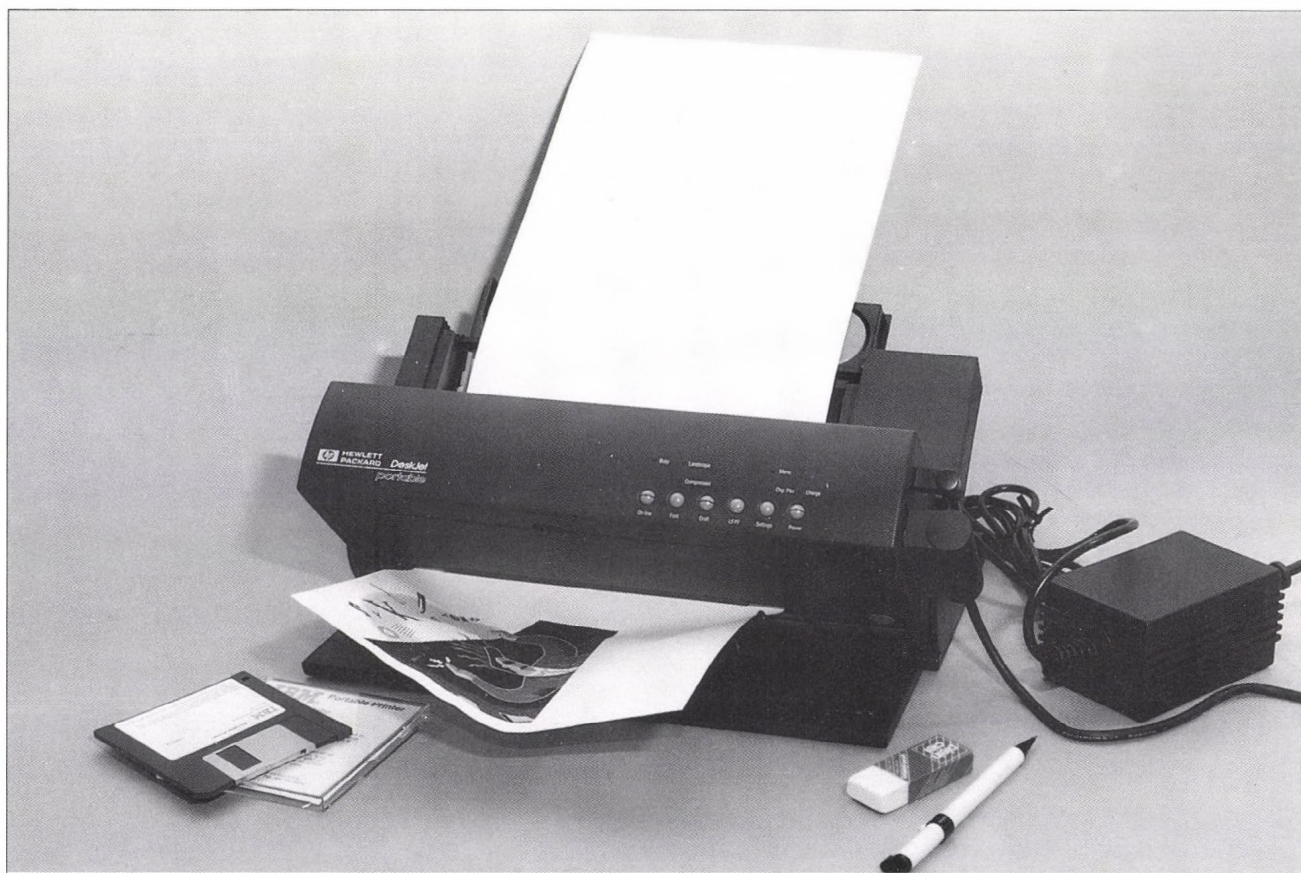


A japán Horiba cég kézi pH mérője



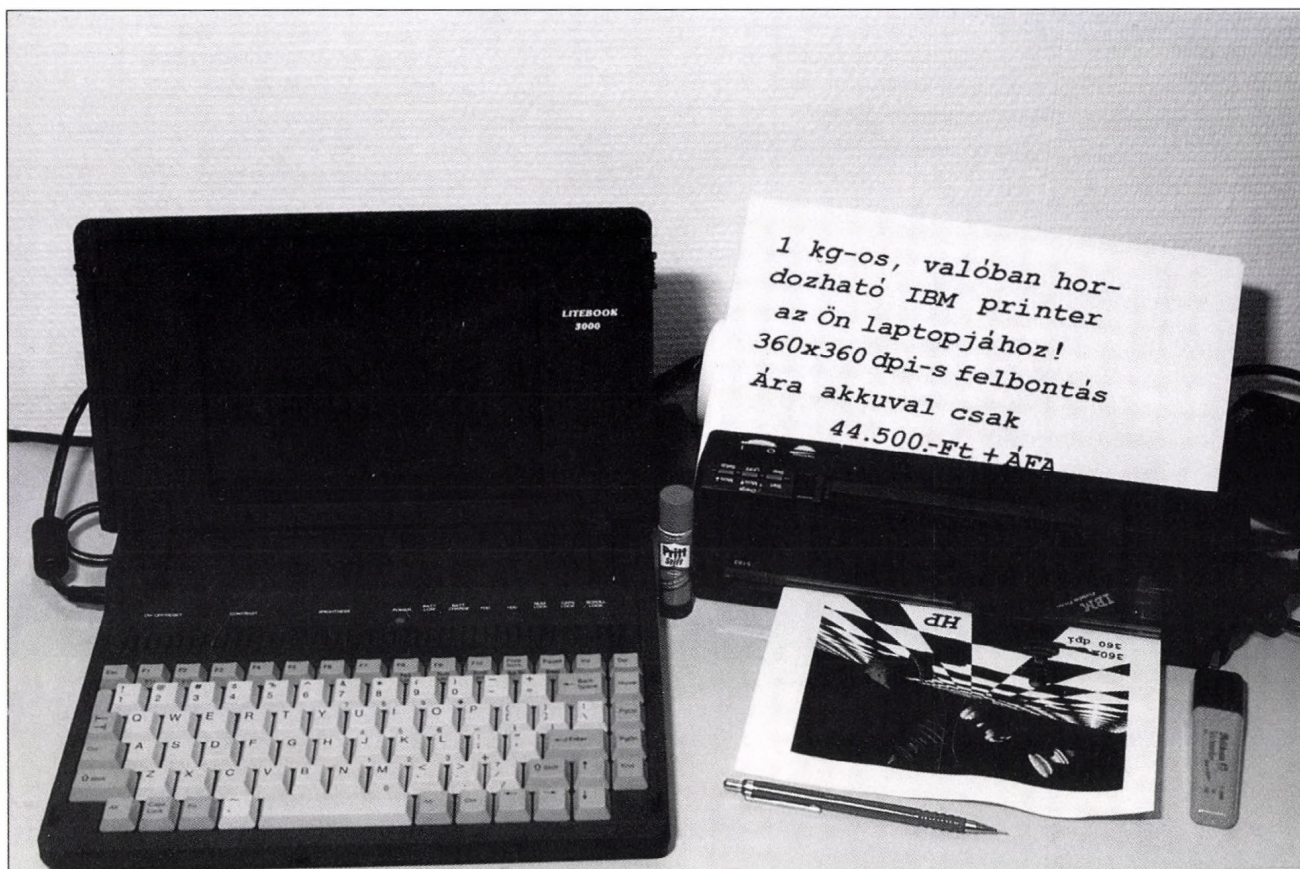


Az ÜZLETHÁZ kínálatából...



Hewlett-Packard hordozható nyomtató, az ÜZLETHÁZ egyik slágere





486-os notebook és A4-es mininyomtató

De árusítunk olyan egyéb **“műszaki delikateszeket”** is, mint az **infrasugaras távolságmérő**, amely rendkívül hasznos például ingatlan becslők számára, vagy a **486-os processzorral működő notebook**, kisméretű számítógép 4 MB RAM és 120 MB Winchester kapacitással. Hasonlóan újdonságnak számít a **cserélhető Winchester**, amely IDE vezérlőkártyával működik, kisméretű, streamer funkciót is elláthat, memória bővítésre és értékes adatok külön tárolására alkalmas.

Új megoldás az adatátvitelben, hogy modemek segítségével **vezeték nélkül** egy légtérben belül maximum 100 m távolsáig megvalósítható az **összeköttetés számítógépek között**, amelynek következtében a számítógép konfigurációk könnyebben átrendezhetők.

**Az ÜZLETHÁZ a fenti termékek kiskereskedelmén kívül felvesz rendeléseket, megbízásokat műszerek, termékek beszerzésére, méréstechnikai szolgáltatást, műszerkölcsonzést és lízinget közvetít, tájékoztatást nyújt a MŰSZERHÁZ tevékenységéről, tanácsadási tevékenységet lát el a MŰSZERHÁZ által forgalmazott termékek vonatkozásában, melynek során modemek segítségével**

**a MŰSZERHÁZ adatbázisait is használja.**

A fenti szolgáltatásokat eddig is nyújtotta a MŰSZERHÁZ, de azáltal, hogy ezeket a **szolgáltatásokat a belvárosban is kínálja**, közvetlen összeköttetésbe kíván kerülni a piaccal, a vevőkkel.

Az ÜZLETHÁZ tevékenységének megismeretése, valamint egyes cégek termékeinek bemutatása, a termékek fogadtatásának felmérése és a partneri, üzleti kapcsolatok elmélyítése céljából vevőankétot is rendezünk az ÜZLETHÁZBAN.

Így lehetőségünk lesz másfajta minőségű piackutatásra, a napi vevőkapcsolat révén információ szerzésre, a kereslet és kínálat változásainak megismerésére, a választékbővítés igényeinek felmérésére.

Mindent összevetve az ÜZLETHÁZ a MŰSZERHÁZ szolgáltatásainak egy másik, közvetlenebb megjelenési formája, mellyel közelebb kíván kerülni a méréstechnika legszélesebb értelemben vett szereplőihöz, az évek során felhalmozott tapasztalatai alapján problémamegoldásokat kínál részükre és a partneri kapcsolatok révén újabb tapasztalatokra tesz szert.



Közvetlen beszélgetés folyamán olyan problémarészletek kerülhetnek felszínre, melyek egy levélváltás során nem ismerhetők meg, de amelyek ismerete jelentősen megkönnyíti az üzleti partner mérés technikai, analitikai vagy számítástechnikai, adatgyűjtési problémájának megoldását és "testre szabott" ajánlatok kidolgozását.

A véleménycsere, a szolgáltatásokról, a lehetőségeinkről adott, az írásbeli információ túlmutató tájékoztatás a bizalmat és a kölcsönösen előnyös üzletkötéseket alapozza meg.

A MŰSZERHÁZ mint a Magyar Tudományos Akadémia által alapított MTA-MMSZ Kft. egyik üzletága minőségi termékeket és szolgáltatásokat kínál és üzletfélként várja a kutatóintézeteket, az ipar, a mezőgazdaság, a közleke-

dés, az egészségügy, az oktatás, a javító-karbantartó vállalkozók mérés technikai, beszerzési szakembereit.

A nagyközönség számára is van kínálatunk: video- és audio kazettát, "zöld" elemeket, gomb-elemeket ajánlunk kedvező áron, kulturált körülmények között.

*Nézzon be hozzánk Ön is! Várjuk!*

#### **MTA-MMSZ MŰSZERHÁZ**

Budapest, XI.

Etele út 59-61.

Telefon: 161-0000

Tel/Fax: 161-2280

#### **ÜZLETHÁZ**

Budapest, VII.

Károly krt. 13/15.

Telefon: 268-0820

Tel/Fax: 142-1169



*Bemutató és szaktanácsadás az ÜZLETHÁZBAN*



# Immissziós és emissziós mérőállomások

KÉRÉSZI BARNABÁS-LOHÁSZ MÁRTON-RIESZ GÁBOR

Környezetünk légszennyezettségének és a szennyező források (technológiák) ellenőrzésére hazánkban is egyre több mérőállomást helyeznek üzembe. A következőkben HORIBA cég műszereire alapozott emissziós és immissziós mérőállomások fő jellemzőit ismertetjük. A levegő szennyezettsége természetes (pl. szél által felkavart por) vagy mesterséges eredetű lehet. A levegő szennyezettségének mérésénél megkülönböztetünk emissziós és immissziós mérést.

Emisszionak, másnéven kibocsátásnak nevezzük azt a folyamatot, amelyeknél a különböző technológiai műveletek során a berendezésekből szennyező anyagok kerülnek a környezetbe. Immisszionak nevezzük az emissziós források által kibocsátott légszennyező anyagoknak egy adott terület levegőminőségére gyakorolt hatását.

Az immissziós határértékek az adott területre, illetőleg a mérési helyre vonatkozó értékek, melyek az egészség- és természetkárosító hatásra jellemzőek. Egyes légszennyezési határértékeket az 1. táblázatban adunk meg a jelenleg hatályos MSZ 21854-1990 szabvány alapján. Az emissziót közvetlenül a kibocsátás helyén mérjük nagy koncentrációban, az immissziót pedig már a szennyező anyagok eloszlott, hígított állapotában, ezért az immissziós értékek nagyságrendekkel kisebbek. Az eltérő nagyságrendek miatt más típusú (gyakran más mérési elvű) műszerek szükségesek a két területen. Ugyancsak különböznek a mintavételezési eljárások is.

A légszennyezettség vizsgálatakor egyidejűleg több paramétert kell mérni. Az ehhez tartozó műszerek elhelyezését, valamint a működtetés személyi és műszaki feltételeit az úgynevezett mérőállomás biztosítja. Ez olyan zárt egység, amely a mérőrendszer műszer-együttesén kívül a kiszolgáló műszaki berendezéseknek is helyt ad, és a mérést irányító személyzet munkahelyi komfortját is biztosítja. A folyamatos, vagy időszakos mérési igénytől függően stabil és mobil mérőállomásokról beszélhetünk.

## A mérőállomások rendeltetése, alkalmazási területeik

### Immissziós mérések

Mind a stabil, mind a mobil mérőállomás alkalmas a közeli és a távoli légszennyező forrásoknak az adott hely levegőminőségére gyakorolt hatásának mérésére. A mérőállomások mérési adataiból követhetők a napi, heti, havi, évi időfüggő változások (pl. közlekedési változások, napi csúcsforgalom), valamint az időjárásfüggő (napsugárzás, szélsébség, szélirány) változások. A különböző idejű átlagolásokkal ellenőrizhető, hogy adott helyen a környezetvédelmi, illetve az egészségvédelmi előírások teljesülnek-e. A mérési eredményeket felhasználva hozható döntés a szükséges beavatkozásra: forgalomelterelés, szmogriadó, emisszió forrás leállítása stb. A stabil mérőállomást ott célszerű

1. táblázat.

Légszennyezettségi határértékek az MSZ 21854-1990 szabvány szerint

Mérendő összetevők	Határértékek, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Éves	24 h-s átlag	30 min-es
Kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ )	150	500	1000
Szén-monoxid (CO)	5000	$10 \times 10^3$	$20 \times 10^3$
Nitrogén-oxidok ( $\text{NO}_x$ )	150	200	400
Nitrogén-dioxid ( $\text{NO}_2$ )	120	150	200
Ammónia ( $\text{NH}_3$ )	500		1500
Kén-hidrogén ( $\text{H}_2\text{S}$ )	130		300



telepíteni, ahol folyamatosan kell figyelni a légszennyezettség alakulását. A mobil mérőállomást akkor célszerű alkalmazni, ha nagy területen viszonylag rövid időtartamú méréseket kell végezni. A levegő szennyezettség paraméterein kívül az immissziós mérőállomások meteorológiai jellemzőket is képesek mérni, amely segítséget nyújt az emissziós források behatárolásához (szélirány), valamint az időjárási paraméterekkel összefüggő hatások (pl. szmog) elemzéséhez.

#### *Emissziós mérések*

Az emissziós mérőállomás légszennyező források (gyárak, erőművek, szemétegetők stb.) szennyezőanyag kibocsátásának megállapítására alkalmas. Felhasználható időszakos emisszió ellenőrzésre, hatósági kontrollmérésre, technológia beszabályozására, új technológiák környezetvédelmi ellenőrzésére, emissziós szabványok megtartásának ellenőrzésére.

Az MTA-MMSZ Kft. a mérőállomások kivitelezésében a HORIBA cég műszereire és rendszer-konceptiójára támaszkodik. A HORIBA céggel fennálló szervíz és kereskedelmi szerződésünk, valamint méréstechnikai és műszerfejlesztési hagyományunk a világ élvonalában helyet foglaló cég termékeinek megbízható üzemeltetéshez szükséges műszaki háttérrel biztosít.

### **A mérési elvek**

#### *Immissziós mérések*

Az immissziós mérőállomásokban a kén-dioxid ( $\text{SO}_2$ ), szénmonoxid (CO), nitróza ( $\text{NO}_x$ ), kénhidrogén ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ammónia ( $\text{NH}_3$ ), szénhidrogén (HC) és ózon ( $\text{O}_3$ ) analizátorai közös mintavévi csövön, ventilátoros mintabeszívással kapják a környezeti levegőt. A pormérőnek speciális igényeknek megfelelően saját mintavevője van.

#### *HORIBA gyártmányú gázanalizátorok*

Az  **$\text{SO}_2$  analizátor** alapelve: UV fluoreszcencia. A mérendő gáz, a szűrés és a HC leválasztása után a mérőcellában ultraibolya sugárzással megvilágítva nagyobb hullámhosszúságú sugárzást emittál. A kibocsátott intenzitás arányos az  $\text{SO}_2$  tartalommal.

A **CO analizátor** keresztmodulációs nem-diszperzív infravörös abszorpció elven működik. A mérendő gáz a szűrés után és a referencia gáz

váltakozva egy forgó szelepen keresztül a mérőcellába kerül. Infravörös sugárzással átvilágítva a két komponens elnyelésének hányadosából számítható a CO tartalom.

A  **$\text{NO}_x$  analizátor** alapelve: kemilumineszcencia. A mérendő gáz megfelelő előkészítés után egy reakciókamrába kerül, ahol ózonnal reagál. A reakció fénykibocsátással jár, melynek intenzitása arányos az  $\text{NO}_x$  tartalommal.

A **HC analizátor** érzékelője: lángionizációs detektor. A mérendő gáz az előkészítés után a lángionizációs detektorba kerül. A HC tartalom az égés során a nagyfeszültség hatására ionáramot hoz létre, melynek nagysága arányos a HC koncentrációval.

Az  **$\text{O}_3$  analizátor** az UV abszorpció elven működik. A mérendő gáz a szűrés után 254 nm-es hullámhosszúságú UV sugárzással megvilágítva az ózontartalommal arányosan nyeli el a sugárzást. Az UV detektor kimeneti jele a minta ózontartalmára jellemző.

A  **$\text{H}_2\text{S}$  és  $\text{NH}_3$  összetevők mérése**: gázátalakítók közbeiktatásával, az  $\text{SO}_2$  illetve  $\text{NO}_x$  analizátorokkal végezhetők el.

A **kalibrálógáz generátorok alapelvei**: hígítás, permeáció és UV besugárzás.

A **portartalom** meghatározása  $\beta$  abszorpciós elven történik. Adott térfogatú mintalevegő beszívása után a papírszalagra kirakódott port elektronsugárral „átvilágítva” a  $\beta$ -részecske detektor érzékeli az elnyelődést, amely arányos a minta portartalmával.

#### *Emissziós mérések*

Az emissziós mérőrendszerben a mintavétel – mindegyik mért összetevőhöz – egyetlen közös fűtött mérőfejjel történik. Közös mérővezetéken jut a gázminta az előkészítőbe, majd az egyes paraméterek analizátoraiba. A  **$\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$ , HC analizátorok** működése az immissziós műszereknél már ismertetett keresztmodulációs nem-diszperzív infravörös abszorpció elven alapszik.

Az  **$\text{O}_2$  analizátor** paramágneses elven működik. Az oxigén mint paramagnetikus gáz, mágneses térben a mágneses tér irányába áramlik. Az oxigéntartalom mérése áramlás-, illetve nyomásváltozás mérésre vezethető vissza.

### **A mintavétel**

#### *Immissziós mérések*

A mérőpont kijelölésének szempontját a vizsgálat célja határozza meg. A mérőpontot mindig



a levegő szennyezettségét reprezentáló helyen kell kijelölni. Valamely település alapterhelésének mérésére az állomást a helyi szennyező források közvetlen hatásától mentes, kéményektől és forgalomtól távoli, jól átszellőző helyen kell telepíteni. A korrekt mintavétel szempontjai:

- A mintavételi hely és a mérőműszerek közötti távolság minimális legyen.
- A mintát az állomás feletti légtérből kell beszívni a talaj szintjétől min. 3 m magasságból.
- A mintavevő egység anyagai ne változtassák meg a gázminta vegyi és fizikai összetételét. A mintavevőkben használható anyagok: rozsdamentes acél, üveg és teflon.
- A csapadék – eső és hó – ne zavarja a mérést.

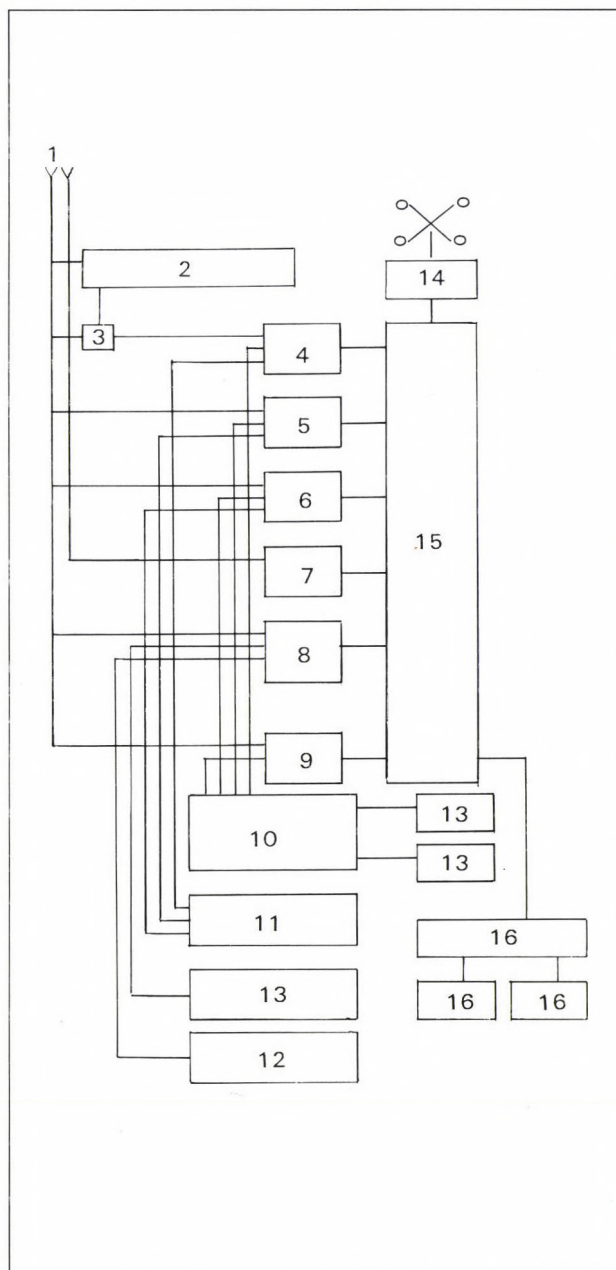
A gázjellegű összetevőket közös mintavevőcsővel, míg a pormérést az előzőtől különálló rövid, fűtött mintavevőcsővel kell beszívni. A beszívandó minta mennyisége az alkalmazott műszerek minta-igényétől (térfogatsebesség) függ. Az így meghatározható mennyiség többszörösét kell beszívni, hogy minimális legyen a holtidő.

#### Emissziós mérések

A gázmintát a vizsgálandó technológiai folyamat olyan pontjáról kell venni, ahol a vizsgált komponensek koncentrációja a technológiára jellemző és az üzemmenet változását gyorsan követi. Fontos irányelv a gázelemző műszerek telepítési helyének kiválasztásánál, hogy a mintavételi holtidő a lehető legkisebb legyen. A mérőrendszer egyik legfontosabb része: a mintavevő szonda. A legegyszerűbb ún. alap kivitel akkor használjuk, ha a minta hőmérséklete kisebb, mint a harmatpont. Ebben az esetben egyszerű fűtetlen, szűrővel ellátott mintavevő alkalmazható. Természetesen ekkor is gondoskodni kell a kicsapódó víz felfogásáról. Amennyiben a mért gáz hőmérséklete magasabb a harmatpontnál, akkor fűtött, szűrővel ellátott mérőszondát és fűtött mintavevőcsövet kell használni. A mintavevő cső anyaga minden esetben teflon és mérete, a gyakorlatban  $\Phi$  8x6 mm. Amennyiben a mintavevő cső hosszabb, mint 50 m, akkor előkondicionáló egységet kell alkalmazni.

## A mérőállomások felépítése

Mind az immissziós mind az emissziós mérőállomás beépíthető konténerbe, vagy gépjárműbe. A mérések megbízhatósága érdekében a mérőállomásnak tartalmaznia kell a fűtésre-hűtésre alkalmas klímaberendezést is. A tápfeszültséget 220/380 V váltakozó feszültségű hálózatról kell biztosítani. A gázösszetételt mérő



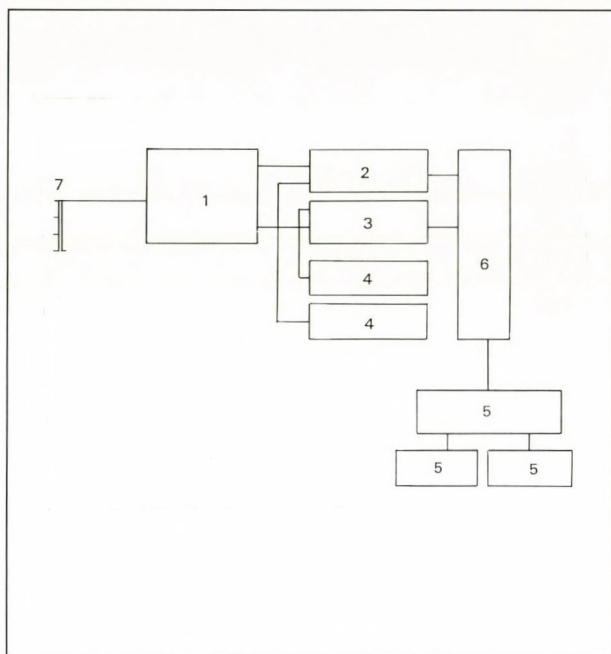
1. ábra. Immissziós mérőállomás blokkvázlata:

1. Mintavevő; 2.  $H_2S/SO_2$  konverter; 3. Átkapcsoló;
4.  $SO_2$  analizátor; 5. CO analizátor; 6.  $NO_x$  analizátor; 7. Poranalizátor; 8. HC analizátor; 9.  $O_3$  analizátor; 10. Kalibrálógáz generátor; 11. Zérógáz generátor; 12.  $H_2$  generátor; 13. Gázpalackok; 14. Meteorológiai műszerek; 15. I/O bővítő; 16. PC+Printer+Modem



analizátorok rack állványban foglalnak helyet, kimenőjeleket adatgyűjtő dolgozza fel, majd azokat átlagolják, archiválják, esetleg telefonon vagy rádióon továbbítják.

Az analizátorokat a mérendő gázon kívül a zéró- és a kalibráló-, valamint – szükség szerint – a segédgáz forrásokhoz kell csatlakoztatni. A rendszer tartalmazza a kalibrálógáz generátor gázellátására szolgáló gázpalackokat is. Az immissziós mérőállomás blokkvázlata az 1. ábrán, az emissziós mérőállomás blokkvázlata a 2. ábrán látható.



2. ábra. Emissziós mérőállomás blokkvázlata:

1. ENDA 1000 P mintaelőkészítő; 2.  $\text{SO}_2+\text{CO}_2+\text{O}_3$  analízátor; 3.  $\text{NO}_x+\text{CO}$  analízátor; 4. Gázpalack; 5. PC+Printer+Modem; 6. I/O bővítő; 7. Mintavevő fej

### Mobil mérőállomás

A mobil mérőállomást akkor célszerű alkalmazni, ha nagy területen rövid időtartalmú méréseket kell végezni. A mobil mérőállomás kivitele szerint lehet: önjáró, vagy vontatható kivitelű. Az önjáró mérőállomás előnye a nagyobb mozgékonyság, nagyobb utazási sebesség, hátránya a magasabb ár, valamint az, hogy ha a gépjármű meghibásodik a mérőállomás nem használható a javítás ideje alatt. Járműként alkalmazható átalakított autóbusz, vagy kisebb terjedelmű mérőkocsi. Mérőbuszt akkor célszerű alkalmazni, ha nagy mennyiségű és méretű műszereket tartalmaz a mérőrendszer, vagy ha a személyzetnek a szállást is biztosítani kell. A vontatható kivitel előnye az alacsonyabb ár, valamint az, hogy a vontató jármű hibája esetén

az könnyen cserélhető. Hosszabb mérés esetén a vontató jármű más feladatra is felhasználható. A vontatható mérőállomás hátránya a kisebb szállítási sebesség, mozgékonyságának korlátozottsága. Vontatható mérőállomás kialakítható:

- lakókocsiba építve,
- konténerbe építve.

A mobil mérőállomást mindkét kivitel esetén mérés közben kitámasztással biztosítani kell.

### Stabil mérőállomás

A stabil mérőállomást ott célszerű alkalmazni, ahol adott helyen hosszú időtartamú mérést kell végezni. Stabil mérőállomás kialakítható:

- már meglévő épületben,
- konténerben.

## Fő műszaki jellemzők

### Immissziós mérőállomás

Az immissziós paramétereket és azok mérési tartományait a 2. táblázat tartalmazza. Kalibrálási lehetőség: beépített kalibrátorral vagy gázpalackkal. A meteorológiai paramétereket és azok mérési tartományait a 3. táblázat tartalmazza. A meteorológiai árboc 8 m magasságra kitolható. Az árboc végén a szélsébség és széliránymérő helyezkedik el. Adatfeldolgozás: a műszervezélés és adatgyűjtés feladatait ellátó IBM kompatibilis számítógéppel történik. Adathozzáférés:

- képernyőn (számsorok+görbék),
- printeren,
- modem (opció),
- lemezen.

2. táblázat.

Immissziós jellemzők és azok mérési tartományai

Mérendő jellemzők	Méréstartomány, ppm
CO	0–10/20/50/100
SO <sub>2</sub>	0–0,1/0,2/0,5/1
NO <sub>x</sub>	0–0,1/0,2/0,5/1
O <sub>3</sub>	0–0,1/0,2/0,5/1
HC	0–5/10/20/50/100
H <sub>2</sub> S	0–0,1/0,2/0,5/1
NH <sub>3</sub>	0–0,1/0,2/0,5/1
Por	0–20 mg/m <sup>3</sup>



3. táblázat.  
A meteorológiai jellemzők és azok mérési tartományai

Meteorológiai jellemzők	Méréstartomány
légnedvesség	10–100 % relatív
szélsebesség	0,5–35 m/s
szélirány	0–360°
légnyomás	945–1052 hPa
napsugárzás	0–1300 W/m²
napsugárzás spektruma	300–3000 nm

A szoftver feladata: analizátorok vezérlése és beállítási paramétereinek figyelése, adatgyűjtés, átlagolás, megjelenítés, dokumentálás, hibajelzés.

Emissziós mérőállomás

A mérhető emissziós paramétereket és azok mérési tartományait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat.  
Emissziós jellemzők és azok mérési tartományai

Mérendő emissziós jellemzők	Méréstartomány	Opció
SO <sub>2</sub>	0–200/500 ppm	0–100, 0–5000 ppm
CO <sub>2</sub>	0–20/40 %	0–5, 0–50 %
NO <sub>x</sub>	0–200/500 ppm	0–100, 0–5000 ppm
O <sub>2</sub>	0–10/25 %	0–5/10, 0–5/25 ppm
CO	0/200/500 ppm	0–100, 0–5000 ppm

Kalibrációs lehetőség: kalibrátorral és gázpalackkal. Adatfeldolgozás a műszervezítés és adatgyűjtés feladatait ellátó IBM kompatibilis számítógéppel.  
– képernyőn (számsorok+görbék),  
– printeren (számsorok+görbék),  
– lemezen archiválva.  
A szoftver feladata: analizátorok vezérlése és státusz jeleinek értékelése, adatgyűjtés, átlagolás, hibajelzés, kijelzés, dokumentálás.

A mérőállomások kialakítása

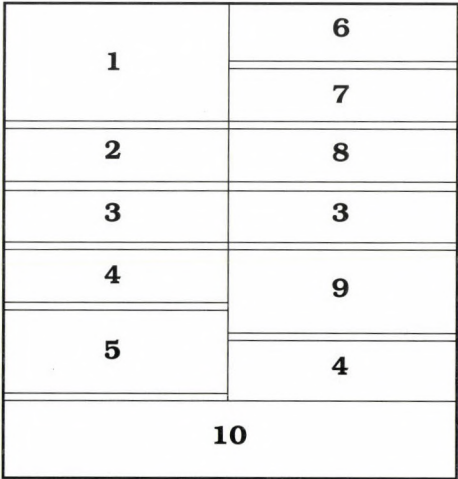
Immissziós mérőállomás

A stabil és mobil immissziós mérőállomásokat azonos mechanikai konstrukcióban, konténerben alakítjuk ki. A konténer méretét mindkétfele mérőállomásnál egyformára választjuk. A konténer méretét és ezen keresztül a súlyát úgy választjuk meg, hogy az mikrobusszal vontatható, kéttengelyű tréleren szállítható legyen. Így a stabil állomások helyszínre szállítá-

sát, telepítését is egyszerűbben lehet megoldani. Az immissziós mérőállomás analizátorait a konténeren belül 2 db 19" széles és 40 HE magasságú rack állványban lehet elhelyezni a 3. ábra szerint. (HE – magasságmodul egység – értéke 44,45 mm.) Az ábrából megállapítható, hogy ha a rack állványok egymás mellé kerülnek, akkor a gáz-mintavétel optimálisan alakítható ki. Az adatfeldolgozó rendszernek az asztalban kell helyet biztosítani.

Emissziós mérőállomás

Az emissziós mérőállomást az immissziós mérőállomásokkal azonos konténerben alakítjuk ki. A konténerbe a HORIBA gyártmányú ENDA 1000-es gázanalizátort, pormérőt és tartozékaikat építjük be. Az MTA-MMSZ Kft. környezetvédelmi programjának egyik célja, hogy környezetünk minőségének ellenőrzéséhez műszerezettségével megbízható adatokat tudjon adni az emisszióért felelős technológiák gazdái-  
nak, valamint az immissziós határértékek megtartásáért felelős szervezeteknek.



3. ábra. Analizátorok elhelyezése a rack állványban  
1. Pormérő FH62 I-N; 2. CO mon. APMA-350E; 3. SO<sub>2</sub> mon. APSA-350E; 4. NO<sub>x</sub> mon. APNA-350; 5. Kal. gáz. gen. PGG-Typ 1; 6. O<sub>3</sub> mon. APOA-350E; 7. CH mon. APHA-350E; 8. H<sub>2</sub>S conv. CU-1; 9. NH<sub>3</sub> conv. CU-2; 10. Vákuum pumpák



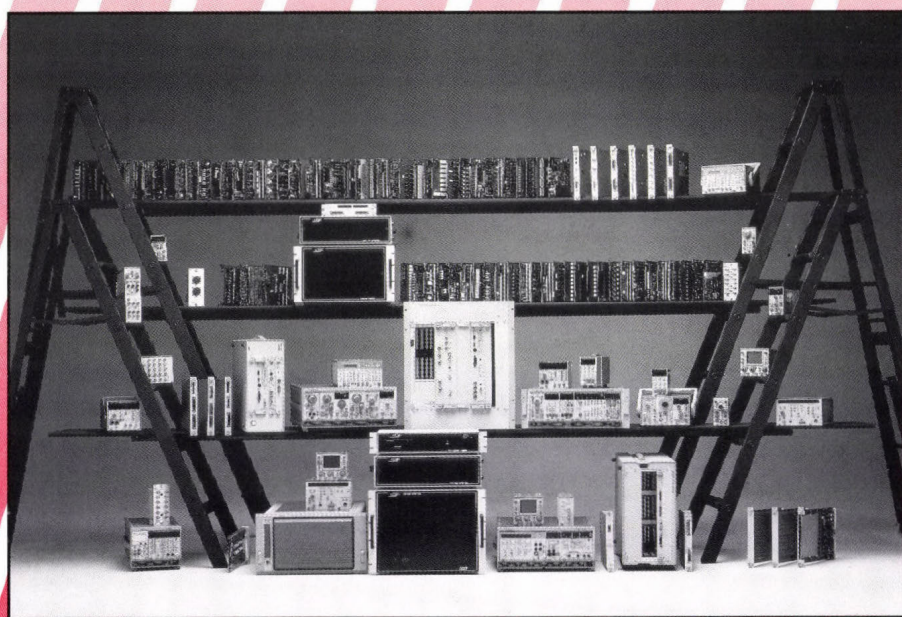
# Nyílt rendszert tervez?



**Tektronix**

**Forduljon a Tektronix szakembereihez!**

**Teljes megoldást talál mérőrendszere megvalósítására.**



**Tektronix Képviselet**

1027 Budapest  
Horvát u. 2-12. IV. 39.  
Telefon: 201-6442  
Fax: 156-5198

**Tektronix GmbH.**

A-1100 Wien  
Doerenkampgasse 7.  
Tel.: 00-43-1-686602  
Fax: 00-43-1-686600



# Modulos csatlakozórendszer a méréstechnikában: a VXI-busz. I. rész

RADNAI RUDOLF

Az 1987-ben elfogadott VXI-busz (VMEbus Extensions for Instrumentation) a mérőrendszerek területén már ma is meghatározó szerepet játszik. Használata várhatóan általánossá válik az elkövetkező években a nagy felbontást vagy nagy működési sebességet és gyakori rendszerátkonfigurálást igénylő mérési feladatoknál. A VXI nem előzmények nélküli rendszer, leegyszerűsítve a dolgot azt mondhatnánk, hogy két bevált csatlakozórendszer: az IEEE-488 (GPIB) és a VME-busz keveréke.

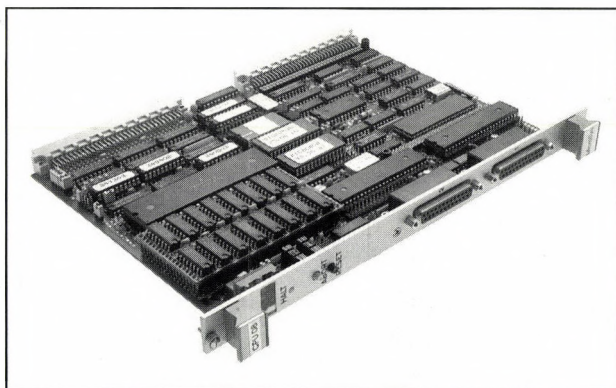
## A VXI-busz elfogadásának előzményei

A moduláris mérőrendszerek gyártói mindig nagy figyelmet fordítottak rendszerelemeik illesztésének átgondolt és lehetőség szerint szabványosított kialakítására. Az így kialakult gyári szabványok adták az ötletet a nemzetközileg elfogadott, egységes csatlakozórendszerek kidolgozásához. Egy csatlakozórendszer nemzetközi elfogadása előnyt jelent az azt kidolgozó cégnek, ezért a műszergyárak szinte késhegyre menő harcot folytattak buszrendszereik elfogadtatásáért, és ebbe a küzdelemben néhány éve a mikroszámítógép gyártók is beszálltak.

A Hewlett-Packard műszergyár 1972-ben terjesztett elő egy nemzetközi elfogadásra javasolt rendszertervezet általános célú mérőrendszerek elemeinek összekapcsolására. Ez a csatlakozórendszer azóta elterjedt, különböző elnevezései (HP-IB, IEEE-488, GP-IB, IEC 625 stb.) jól ismertek a méréstechnikában. Ez az ún. IEC-busz max. 15 műszer összekapcsolására alkalmas buszrendszerű csatlakozással, az összekötő vezetékek 16 jel- és 8 földvezetékből álló közös árnyékolású kábelek, amelyek hossza nem haladhatja meg a készülékenkénti 2 m-t. A rendszer átviteli sebességét a vezetékek hossza határozza meg, korlátozott vezeték hossz esetén max. 1 Mbájt/s, a megengedett legnagyobb vezeték hosszánál 200 kbájt/s. A bájt-soros, aszinkron átvittel üzemelő IEC-busz egyik legnagyobb hátránya ez a korlátozott működési sebesség volt. Az IEC 625 rendszerek elemei hagyományos felépítésű, önálló házban lévő műszerek, amelyeket kábelekkal kapcsoltak össze.

Felmerült a gondolat, hogy az automatikus mérőrendszerekben használt műszereket kártya-alakban készítsék és valamilyen egységes busszal kapcsolják össze. Ilyen egységes rendszer a VXI másik elődjének számító VME (Versa Modul Europe) busz, amely 8, 16 és 32 bites mikroprocesszor rendszerek összekapcsolására alkalmas. A VME specifikációját a Motorola, a MOSTEK és a Signetics félvezetőgyárak közösen készítették el. 1981 óta az ISO (International Standardization Organization) és az IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) foglalkozik a VME szabványosításával. Az aszinkron, nem multiplexelt VME interfész egy buszrendszert és különböző funkcionális modulokat tartalmaz, a rendszerbe illesztett készülékek modulokon keresztül csatlakoznak a buszhoz.

A VME rendszerben az összeköttetést a hátlap (backplane) huzalozás alkotja, a vezetékek négy funkcionális csoportra vannak osztva (data transfer, priority interrupt, arbitration, utility). Az adatátviteli sebesség elérheti a 40 Mbájt/s-t. A VME mechanikai előírásai az Eurocard szabványon alapulnak. Az Eurocard előírásai megszabják a kártyák és a rackek méretét és a csatlakozók típusát. Az IEEE-P 1014 szabvány szerinti VME rendszerben két kártyaméret van, az alapkártya 160 mm x 100 mm-es, a bővített vagy kettős kártya 233 mm x 160 mm-es (1. ábra). A használt csatlakozó jele DIN 41612.



1. ábra. MicroSys gyártmányú kettős VME kártya

A VME-busz rendkívül sikeres nyílt rendszernek bizonyult a mikroszámítógépek terü-



tén, azonban előírásai nem terjedtek ki olyan fontos szempontokra, mint az elektromágneses kompatibilitás és a teljesítmény disszipáció. Ez kérdésessé tette használatát nagypontosságú mérőműszerek tervezésekor. Végül is az amerikai hadiipar és ezen belül a légierő nagyteljesítményű mérőrendszerek iránti igényének kielégítésére indított MATE (Modular Automated Test Equipment) program keretében sikerült megtalálni a megoldást a kártyarendszerű, modul felépítésű automatikus mérőrendszerek szabványosítására.

1987 júliusában néhány nagy amerikai műszergyár, többek között a Hewlett-Packard, a Tektronix, a Racal-Dana és a Wavetek szponzoráló egyesülést (konzorciumot) alakított az új szabvány kidolgozására. Néhány hónappal később, 1987 októberében fogadták el a VXI-busz 1.1 verzióját. A VXI konzorcium, amely azóta új tagokkal, közöttük európai gyártókkal, mint a Brüel & Kjaer bővült, ma is működik, feladata a VXI specifikáció továbbfejlesztése és ezzel kapcsolatos kiadványok publikálása. Címe: VXIbus Consortium, P.O. Box 1736, Vancouver, WA 98668, USA.

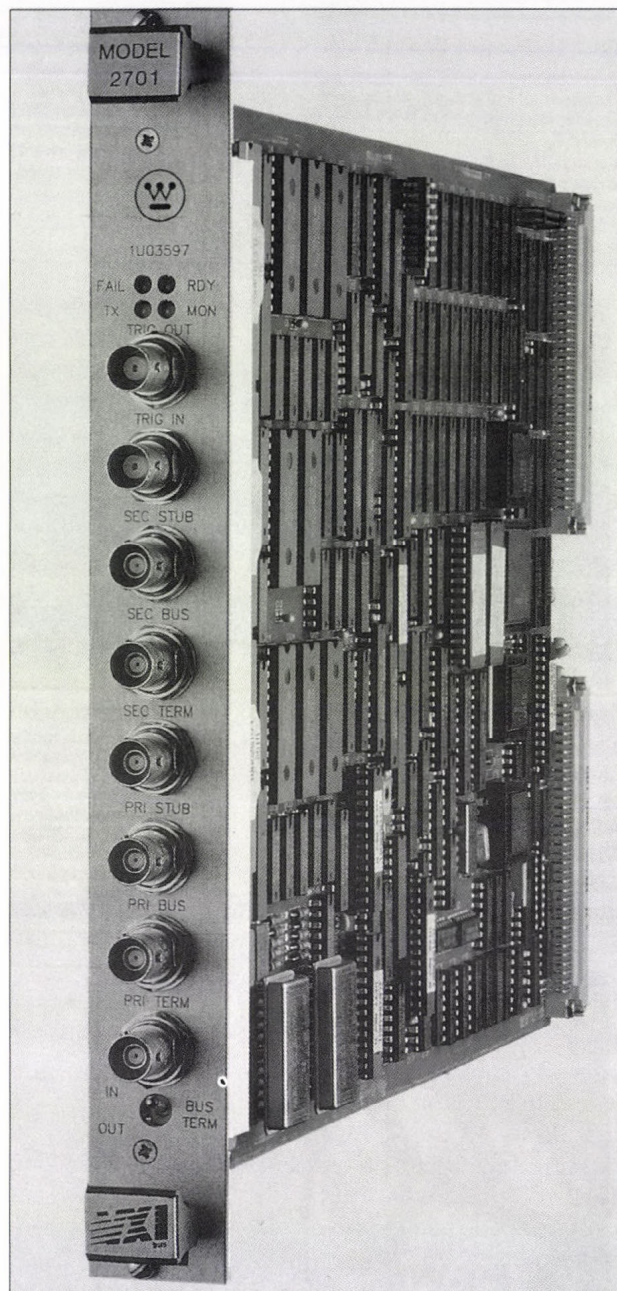
Az IEEE 1988 júliusában adaptálta a VXI 1.2 változatát P1155 jelzéssel. Azóta már kidolgozták az 1.3 változatot is. A következőkben a VXI szabvány fontosabb előírásait ismertetjük.

### Mechanikai és elektromos jellemzők

A VXI szabvány előírja a kártyaméretet, a csatlakozókat és azok bekötési módját, a trigger protokollokat és egy sor más technikai jellemzőt. Nem határozza meg viszont az alkalmazható processzorok típusát, a rendszerek hierarchiáját vagy topológiáját. Önálló rendszerek vagy lokális hálózattal összekapcsolt elosztott rendszerek egyaránt építhetők VXI elemekből. A VXI rendszer architektúrája öt elemet határoz meg: a modult, a készüléket, a rendszert, az alrendszert és a csatlakozókat.

A VXI rendszer alapvető fizikai építőeleme a VXI modul (2. ábra). A modulok nyomtatott áramkört kártyák, amelyek hátoldalát 96-pólusú csatlakozók kötik össze a hátaphuzalozással, az előlapjukon pedig a használatukhoz szükséges kezelőszervek (mérőpontok, LED-ek, kapcsolók) találhatók.

A moduloknak négy mérete lehet (3. ábra). Az A és B méretű modulok a VME-busz alap- és bővített kártyáival megegyező méretűek, a C és D jelű modulok nagyobb méretű szabványos



2. ábra. Westinghouse gyártmányú VXI modul

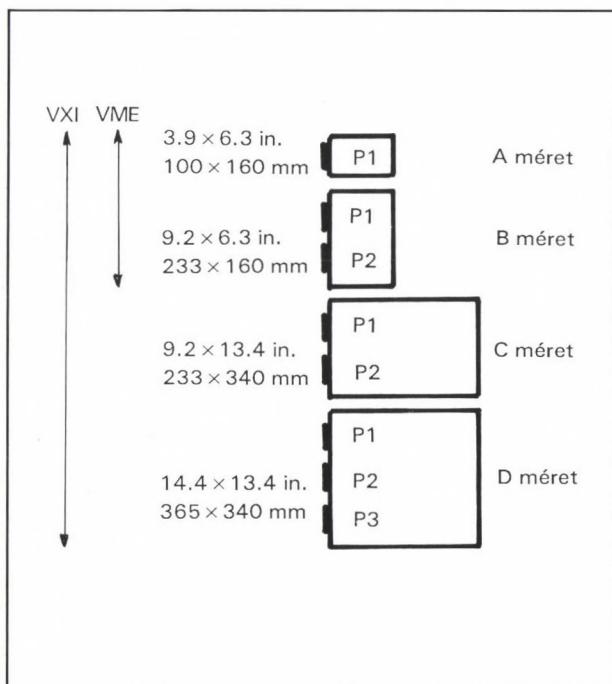
Eurocard-kártyák, nagyobb szerelési közzel (1,2" = 30,48 mm).

Ez utóbbi adatnak azért van jelentősége, mert a VXI szigorú előírásai az elektromágneses kompatibilitásra (EMC) megkívánják a modulok teljesen zárt, fémlemez arányékolását, ez pedig helyet foglal el. A VXI rendszer alapvető logikai építőeleme a készülék. Tipikus készülékek VXI rendszerekben a központi egység (CPU), háttértár, A/D és D/A átalakítók, GPIB interfész, generátor, voltmérő stb. A VXI specifikáció szerint egy készülék több kártyát is elfoglalhat,



ugyanakkor egy kártyán is lehet több készülék is.

A VXI rendszerek alrendszerekből épülnek fel. Az alrendszernek tartalmaznia kell egy központi időzítő egységet (Slot 0 modul), ezenkívül 12 további modul lehet benne (4. ábra). Az alrendszer moduljai közös házban vannak és azonos szinkronizáló jelek vezérlik működésüket. A szinkronizálás előírásai igen szigorúak, néhány ns késleltetés, illetve csúszás lehet a különböző modulok triggerjelei között.



3. ábra. VME és VXI kártyaméreték

A VXI rendszerek alrendszerekből épülnek fel, ezek a VME multicrate interfész, lokális hálózat vagy a National Instruments cég által bevezetett MXibus (Multisystem Extension Interface Bus) felhasználásával kapcsolhatók össze. A 8-bites logikai cím 256 készülék összekapcsolását teszi lehetővé egyetlen VXI rendszerben, ez a felső elméleti határ azonban ritkán korlátozza a tervezőket.

A VXI rendszer csatlakozói három sorban 96 érintkezőt tartalmaznak, típusjelük: IEC 603-2-C096 MX-xxx. A P1 és P2 jelű csatlakozók a VME rendszerből örökölt bekötést kapták. Így a P1 csatlakozón van a 8 vagy 16 bites adatbusz, a 16 Mbájt címezőt kezelő címbusz, valamint a multimaster arbitrációt, a prioritást és a segédfunkciókat ellátó busz. A P2 csatlakozónak a VME rendszerben csak a középső érintkező sorára van előírás, ezen keresztül történik az adatbusz bővítése 32 bitre és a 4 Gbájt címező kijelölése. A VXI busz kialakításakor a P2 csat-

1. táblázat. A VXI busz P2 és P3 jelű csatlakozóinak érintkező kiosztása.

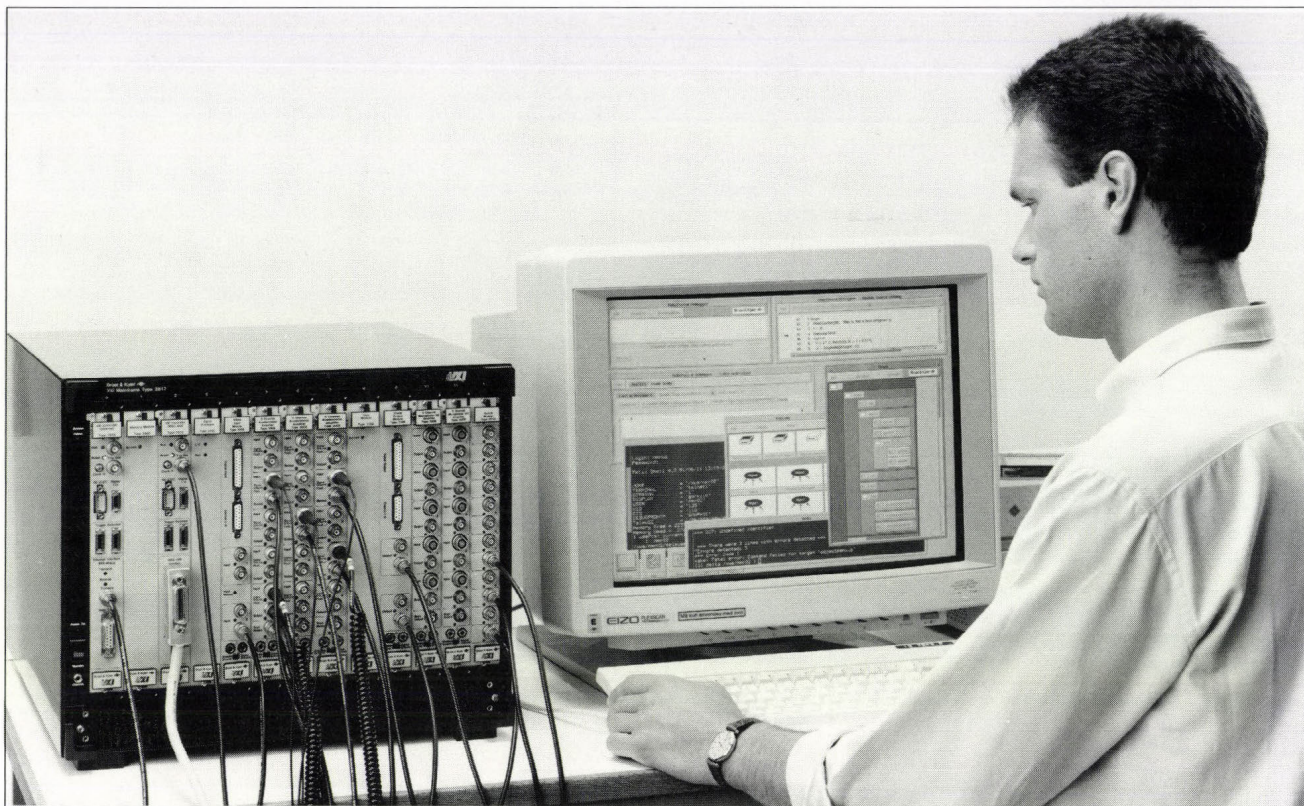
P2 csatlakozó

kivezetés száma	A sor	B sor	C sor
1	ECLTRG0	+5V	CLK 10+
2	-2V	GND	CLK 10-
3	ECLTRG1	RSV1	GND
4	GND	A24	-5,2V
5	LBUSA00	A25	LBUSC00
6	LBUSA01	A26	LBUSC01
7	-5,2V	A27	GND
8	LBUSA02	A28	LBUSC02
9	LBUSA03	A29	LBUSC03
10	GND	A30	GND
11	LBUSA04	A31	LBUSC04
12	LBUSA05	GND	LBUSC05
13	-5,2V	+5V	-2V
14	LBUSA06	D16	LBUSC06
15	LBUSA07	D17	LBUSC07
16	GND	D18	GND
17	LBUSA08	D19	LBUSC08
18	LBUSA09	D20	LBUSC09
19	-5,2V	D21	-5,2V
20	LBUSA10	D22	LBUSC10
21	LBUSA11	D23	LBUSC11
22	GND	GND	GND
23	TTLTRG0	D24	TTLTRG1
24	TTLTRG2	D25	TTLTRG3
25	+5V	D26	GND
26	TTLTRG4	D27	TTLTRG5
27	TTLTRG6	D28	TTLTRG7
28	GND	D29	GND
29	RSV2	D30	RSV3
30	MODID	D31	GND
31	GND	GND	+24V
32	SUMBUS	+5V	-24V

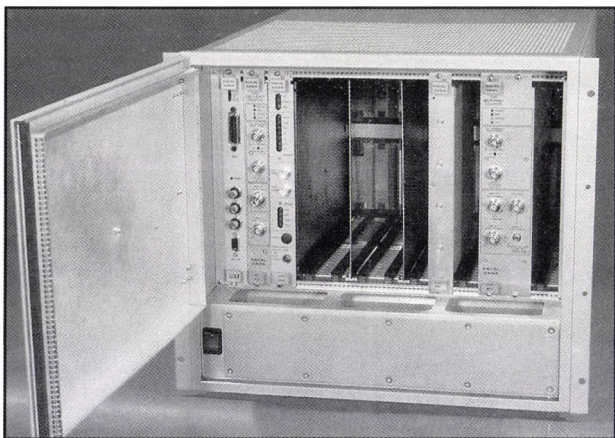
P3 csatlakozó

kivezetés száma	A sor	B sor	C sor
1	ECLTRG2	+24V	+12V
2	GND	-24V	-12V
3	ECLTRG3	GND	RSV4
4	-2V	RSV5	+5V
5	ECLTRG4	-5,2V	RSV6
6	GND	RSV7	GND
7	ECLTRG5	+5V	-5,2V
8	-2V	GND	GND
9	LBUSA12	+5V	LBUSC12
10	LBUSA13	LBUSC15	LBUSC13
11	LBUSA14	LBUSA15	LBUSC14
12	LBUSA16	GND	LBUSC16
13	LBUSA17	LBUSC19	LBUSC17
14	LBUSA18	LBUSA19	LBUSC18
15	LBUSA20	+5V	LBUSC20
16	LBUSA21	LBUSC23	LBUSC21
17	LBUSA22	LBUSA23	LBUSC22
18	LBUSA24	-2V	LBUSC24
19	LBUSA25	LBUSC27	LBUSC25
20	LBUSA26	LBUSA27	LBUSC26
21	LBUSA28	GND	LBUSC28
22	LBUSA29	LBUSC31	LBUSC29
23	LBUSA30	LBUSA31	LBUSC30
24	LBUSA32	+5V	LBUSCX32
25	LBUSA33	LBUSC35	LBUSC33
26	LBUSA34	LBUSA35	LBUSC34
27	GND	GND	GND
28	STRAX+	-5,2V	STARY+
29	STRAX-	GND	STARY-
30	GND	-5,2V	-5,2V
31	CLK100+	-2V	SYNC100+
32	CLK100-	GND	SYNC100-





4. ábra. A Brüel & Kjær cég 3538 típusú VXI mérőrendszere



5. ábra. A Racal-Dana cég 100 dB árnyékolású, kettős fali VXI készülékháza

lakozó két külső érintkező sorára 10 MHz-es ECL órajelet, triggerjel vezetékeket (2 ECL és 6 TTL), különböző tápfeszültség pontokat, 50 ohmos analóg összegző vezetéket, modul azonosító jelvezetéseket és a szomszédos modulokkal való gyors adatcseréhez 12 bites helyi buszt terveztek (1. táblázat felső része). A nagyteljesítményű VXI modulokon már a P3 csatlakozó is megtalálható. Ezen a 100 MHz-es órajel, a 24 helyi busz jelvezeték és négy további ECL trigger jelvezeték mellett különböző tápfeszültség és szinkron jelvezetékek vannak (1. táblázat alsó része).

A VXI előírásai rendkívül szigorúak a kártyákat befogadó készülékházakra. A készülékházak feladata a hétféle tápfeszültség előállítása, a sugárzott és vezetett elektromágneses zavar elleni védelem (5. ábra), valamint a zaj és áthallásmentes jelvezetés a kártyák között. A megkívánt technikai színvonalra jellemző, hogy az utóbbi feltételt kizárólag 12 réteges nyomtatott áramköri hátlemezzel lehet biztosítani. Ez a technológia lehetővé teszi ugyanis, hogy a digitális jelvezetékeket szalagtápvonalként képezzék ki, a torzításmentes jelátvitel érdekében.

A mérőműszerek pontosságát nagymértékben befolyásolja a környezeti hőmérséklet. A VXI vázakban gondosan tervezett levegőáramlással vezetik el a kártyákon keletkező hőt. Előírás szerint a hűtést végző ventilátorok fordulatszámát szabályozni kell a kilépő levegő hőmérsékletének megfelelően, minimális értékben tartva ezzel a ventilátorzajt.

## Funkcionális jellemzők

A VXI specifikáció egységes készülékvázban elhelyezett, modulrendszerű, kártyakivitelű műszerekből álló rendszert ír le. A modulok különböző gyártó cégektől is származhatnak, ha megfelelnek az egységes előírásoknak, nem jelent-

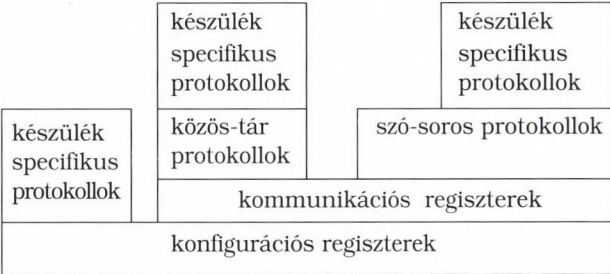


het problémát az egy rendszerben való használatuk.

A VXI rendszerek működésében különleges szerepe van a vázak bal oldalán lévő Slot 0 modulnak. Ez az egység állítja elő a 10 és 100 MHz-es órajeleket, a szinkronizáló (trigger) jeleket és a MODID rendszer konfiguráló jeleket. A specifikáció szerint valamennyi VXI készüléknek tartalmaznia kell konfigurációs regisztereket, amelyek bekapcsoláskor azonosítják a készülék típusát, gyártóját, címmezejét és táríge-njét.

Azokat a készülékeket, amelyek csupán konfigurációs regisztereket tartalmaznak, *regiszterbázisú készülékeknek* nevezik. Azok a VXI készülékek, amelyek ezen túlmenően kommunikációs regisztereket is tartalmaznak, *üzenetbázisú készülékek*.

A két fajta készülék eltérő módon kommunikálhat a rendszer többi elemével. A *regiszterbázisú készülék* és rendszer többi eleme közötti kommunikációra a VXI nem tartalmaz előírást, ezekre a VME készülékekhez hasonlóan egyedi tervezésű kommunikációs rendszert kell kiépíteni a tervezés során. (6. ábra).



6. ábra. A VXI busz kommunikációs protokolljai

Az *üzenetbázisú-készülékek* kétfajta kommunikációs eljárást használhatnak. A *szó-soros protokoll* rendkívül hasonló a GPIB-busz protokollhoz. Nevéből következően ez a protokoll egyidőben egyetlen 16 bites szó beírását vagy kiolvasását biztosítja a készülékek Data In vagy Data Out regisztereit használva. Alapértelmezésben az átvitt szavakat a készülékek *parancsként* értelmezik, adat továbbítását arra utaló parancs átvitele előzi meg. Az *üzenetbázisú VXI* készülékek másik kommunikációs lehetősége a *közös-tár protokoll*, amellyel nagy mennyiségű adat vihető át rendkívül nagy hatékonysággal. Ennél a módszernél tulajdonképpen pontterek átadása történik, az adatok tényleges mozgatása helyett. A *közös-tár protokoll* rendkívül komplex, használatához (programozásához) nagy gyakorlatra van szükség.

A VXI készülékek közötti kommunikáció a *parancsnok* (commander) és *szolga* (servant) egységek hierarchikus kapcsolatán alapszik. Egy VXI készüléknek csak egyetlen parancsnoka lehet. Egy parancsnoknak egy vagy több szolgálja lehet. A többretegű hierarchiában egy készülék működhet parancsnokként és szolgálként egyaránt. A kommunikációt a parancsnok kezdeményezi. A kommunikáció készülék - specifikus formában zajlik, ha a szolga regiszterbázisú, és szó-soros formában, ha üzenetbázisú. A kommunikáció folyamán a parancsnok a szolgálak válaszregiszterének jeleit használja fel az adatátvitel szinkronizálására. Kivételt képez az ún. gyors üzemmód (fast mode), amelyben a parancsnok maximális adatátviteli sebességgel működik. A VXI szolgálak aszinkron módon is kommunikálhatnak a parancsnokkal hardver megszakításokkal vagy megfelelő üzenetet küldve a parancsnok ún. Signal Register-ébe. A szolgálakat a parancsnokuk konfigurálja az aszinkron művelet lefolytatására, előírja a megszakítás módját és meghatározza azokat az állapotokat, amelyek bekövetkezéséről jelzést vár.

### VXI rendszerek programozása

Mint minden számítógépes vezérléssel működő rendszernél, a VXI rendszereknél is a használhatóság egyik fő jellemzője a felhasználói programozás egyszerűsége vagy bonyolultsága. Említettük már, hogy a VXI és a GPIB rendszerek hasonló szervezésűek. A VXI műszereknek azonban nincsenek előlapi kezelőszerveik, ezért lényegesen kifinomultabb és összetettebb szoftver eszközök kellenek programozásukhoz.

A nagyteljesítményű személyi számítógépek megjelenésével ma már elterjedtek azok a speciális szoftver eszközök, amelyek egyszerűbbé teszik a felhasználó számára a mérőrendszerek programozását. Ilyen szoftver például a National Instruments cég LabVIEW rendszere. A LabVIEW alapja a *virtuális műszer* elv, amelynek lényege, hogy az operátor a felhasználói programot alkotó szoftver-modulokat az ernyőn látható ún. virtuális műszer kialakításával hozza létre (7. ábra). A virtuális műszer előlapjának kialakítása az egér és a megfelelő ablak (Front Panel Window) használatával történik. Valamennyi kezelőszerv és kijelzőfajta megtalálható a választékban, ezek elrendezését és az egyes beállítások aktuális értékét a felhasználó tetszés szerint alakíthatja ki, célszerűen a vezérelni kívánt konkrét műszerrel megegyező módon.





7. ábra. Virtuális műszer megjelenítése személyi számítógép kijelzőn

A műszer működtetése ezután a kijelzett előlapon történik, az egér segítségével. Itt állítható be a kívánt méréshatár, az üzemmód, innen indítható a mérés és innen adható utasítás a mérési eredményekkel elvégzendő műveletekre. A mérési eredmény ugyanúgy jeleníthető meg a számítógép kijelzőjén, mint magán a műszeren.

A LabVIEW szoftvernek a mérési adatok feldolgozására kész rutinjai vannak. Statisztikai rutinok: középérték, szórás, variancia, hisztogram stb. Jelfeldolgozó rutinok: FFT, inverz-FFT, konvolúció, korreláció, teljesítmény spektrum stb. A LabVIEW a mérőrendszerek működésének vezérlésére is felhasználható. A teljes felhasználói program egy grafikus tervezé-

si módszerrel szerkeszthető meg. A program részei, az előzőleg létrehozott virtuális műszerek, amelyek tulajdonképpen driver programok és az ugyancsak előzőleg megtervezett eredmény-kiértékelő matematikai rutinok. Ezek összeláncolása egy szemléletes blokkdiagram formájában történhet. A blokkdiagramon összekötő vezetékek jelzik az adatáramlást a különböző részprogramok között.

A műszergyárak egyéb utakat is keresnek, hogy egyszerűsítsék a felhasználói programok megírását. A Hewlett-Packard cég SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) rendszerét a műszervezérő utasítások egységesítésére dolgozták ki. Az IEEE-488.2 és IEEE-754 szabványok figyelembevételével az SCPI



kétirányban egységesít. Egyrészt azonos műszerfajták vezérlő parancsait egységesíti, másrészt teljesen eltérő funkciójú műszerek vezérlése között teremt kapcsolatot. A határozott törekvések ellenére a felhasználói programozás nehézségei jelentik ma a VXI rendszerek elterjedésének egyik korlátját. Várható azonban, hogy a számítástechnika rohamos fejlődése meghozza a megoldást ezen a területen is.

\*\*\*

A cikk következő részében néhány nagyobb VXI műszerfamilia bemutatásával, működésének ismertetésével és alkalmazásuk különböző kérdéseivel foglalkozunk.

#### Irodalom:

- [1] Phillips, B.: VXIbus: The Future of Test Computing. *ESD Magazine*, August 1989, 30–32 p.
- [2] Novelino, J.: The VXIbus Comes of Age With Specs and Products. *Electronic Design*, October 27, 1988, 36–46 p.
- [3] Bradshaw, D.: Bus Wars. *Test*, September 1989, 11–12 p.
- [4] Wolfe, R.: VXIbus Becomes a Reality. *Evaluation Engineering*, July 1988, 24–27 p.
- [5] Evans, D.: VXIbus System Offers Dynamic Flexibility. *Test*, January/February 1992, 32–33 p.
- [6] Wolfe, R.: MXIbus Extends the VXIbus to Multiple Mainframes and PCs. *Electronics Test*, April 1989, 31–35 p.
- [7] Bradshaw, D.: Does VXI make GPIB obsolete. *Test*, September 1988, 8–9 p.



**Vigyázzon saját  
biztonságára,  
védje a környezetet!**

Személyi és telepített oxigén,  
mérgező- és robbanógáz-  
detektorok,  
lézer poremisszió-mérők.

*Kizárólagos képviselő:*

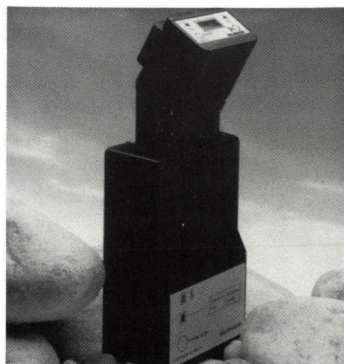
**MTA-MMSZ Kft.**

**Szervizképviseleti Főosztály**

1119 Budapest, Etele u. 59–61.

Tel.: 186-9589, 186-9760, 166-2366/240 m.

Fax: 161-1021

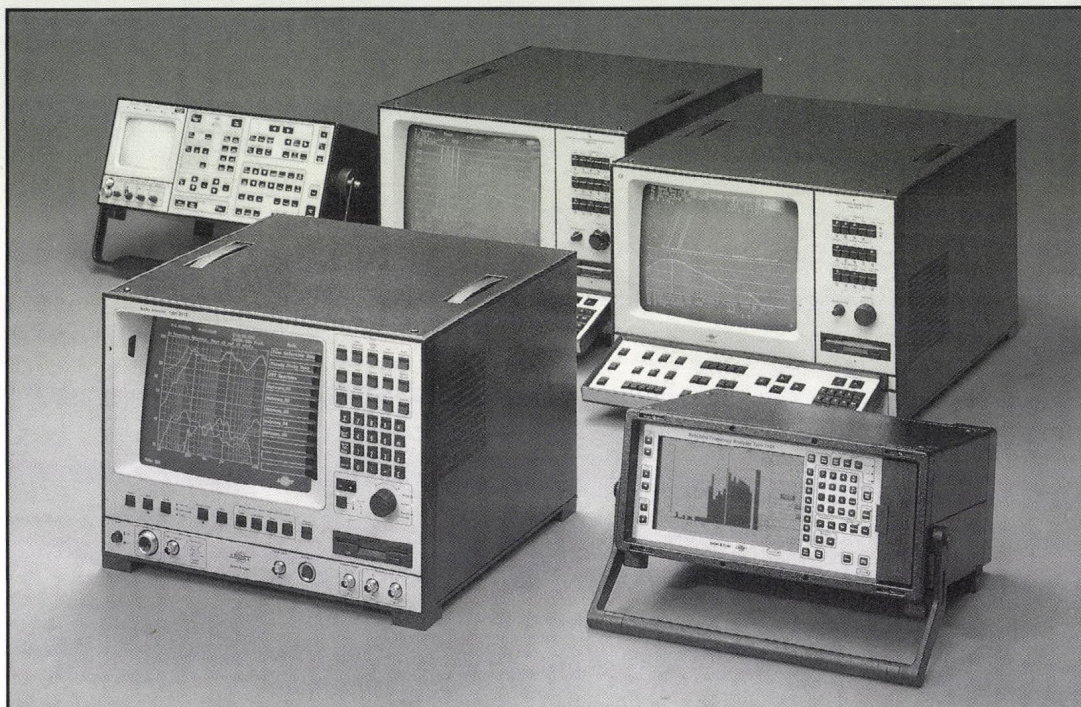




# MÉRÉSI PROBLÉMÁJA VAN? ENGEDJE MEG, HOGY SEGÍTSÜNK!

*A Brüel & Kjaer Metrakust Műszerkereskedelmi és Szervíz Kft.  
a korszerű Brüel & Kjaer műszereket rövid határidővel szállítja Önnek!*

***A legjobb analizátort a legjobb munkához!***



**minőségbiztosítás**

*minőségvizsgálat  
prototípusok bevizsgálása  
minőség-ellenőrzés sorozatgyártás alatt*

**gépállapot-felügyeleti rendszer**

*forgógépek és csapágyak rezgéselemzése  
állapotfüggő karbantartási utasítás készítése*

**akusztika**

*mikrofonok - jelanalizátorok  
épületakusztikai és hangintenzitás-mérő  
berendezések*

**környezetvédelmi-mérőrendszerek**

*zajszintmérők - humánrezgésmérők  
gázmonitorok - hőkörnyeztmérők*

*Műszerbemutatóval, helyszíni mérésekkel,  
külkereskedelmi tevékenységgel, szervizzel,  
tanácsadással és szakirodalommal állunk az  
Ön rendelkezésére.*

**Brüel & Kjaer Metrakust**  
**Műszerkereskedelmi és Szervíz Kft.**  
1096 Budapest, Telepy u. 2/F  
Telefon: 133-8929, 133-8305  
Fax: 113-8202

**Brüel & Kjær** 



# A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia analitikai alkalmazása. II. Detektorok jellemzői, UV-VIS detektorok

DR. FEKETE JENŐ\* – MOROVJÁN GYÖRGY\* – SZEPESI ILDIKÓ\* – RATKAI TÜNDE\*

A sikeres elemzéshez a megfelelő detektort kell kiválasztani. Ez azt jelenti, hogy a feladat megoldásához megfelelő szelektivitású és érzékenységű detektort keresünk (típus választás), jelenti azonban azt is, hogy az adott típuson belül a jó specifikációjút használjuk. Cikkünkben a folyadékkromatográfias gyakorlatban elterjedt detektor típusokat és azok jellemzőit ismertetjük. Ott, ahol erre lehetőség kínálkozik, alkalmazási példákkal is illusztráljuk az egyes detektor típusok használatát. Durva becslés szerint a legfontosabb öt detektor típus használati gyakorisága a következőképp oszlik meg: UV-VIS kb. 80%, törésmutató (RI) kb. 5% fluoreszcens kb. 5%, elektrokémiai kb. 5%, vezetőképességi kb. 5%. Az összes alkalmazáson alapuló becslés nem jelenti azt, hogy egy-egy detektor típus használata bizonyos területen ne lenne az átlagnál sokkal elterjedtebb. Például elektrokémiai detektorok használata a klinikai-biokémiai analízis gyakorlatban kb. 20–40%, míg a környezetvédelmi analitikában gyakran használják a fluoreszcens detektorokat. Cikkünkben az egyes detektor típusok ismertetésénél kitérünk azokra a speciális területekre, amelyen vagy amelyeken használatuk a megszokottól eltér.

## Detektorok alapvető jellemzői

Az egyes detektorok működési elvben különböznek, azaz más és más fizikai vagy kémiai paraméter változására adnak jelet. Lehetetlen tehát a mért fizikai jellemző alapján történő összehasonlítás. Nem lehet összevetni az UV-VIS detektorral mért abszorbananciát (AU) az elektrokémiai detektoron átfolyó árammal (nA). Az összevetéshez olyan általános jellemzők kellenek, melyeket természetesen a mért jelből számolunk, de nem tartalmazzák az előzőekben említett összevetési problémát.

A detektorok összehasonlításához a továbbiakban a következő paramétereket használjuk:

- dinamikus tartomány,
- lineáris tartomány,
- a detektálás alsó határa,
- detektor zaj,
- cella térfogat és geometriai kialakítás,
- időállandó,
- a nyomásváltozás hatása a jel/zaj viszonyra,
- az áramlási sebesség hatása a jel/zaj viszonyra,
- a hőmérséklet változás hatása a jel/zaj viszonyra.

Az egyes jellemzők definícióját a következőkben adjuk meg. A detektorok *dinamikus tartománya* alatt azt a koncentráció tartományt értjük, ahol a koncentráció változása a detektorjel változását okozza. A tartomány alsó határa a legkisebb kimutatható anyagmennyiségnél kezdődik (angolul: detection limit), felső határa ott van, ahol már a növekvő anyagmennyiség nem változtatja meg a jelet. A dinamikus tartomány magába foglalja a detektor lineáris tartományát. A *linearitási tartományban* a detektorjel és a mintamennyiség között a következő összefüggés van:

$$s=ac, \quad (1)$$

ahol  $s$  a detektorjel,  $a$  a detektor érzékenysége,  $c$  a minta koncentrációja.

Fowles és Scott [1] szerint az (1)-es összefüggés helyett ajánlatosabb a következő összefüggést használni:

$$s=ac^r, \quad (2)$$

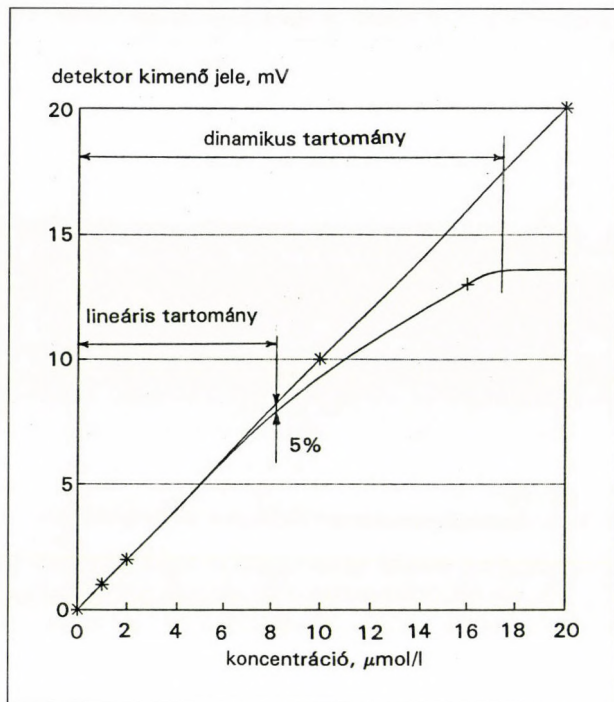
ahol  $r$  a válasz index (response index).

Az  $r$  értéke 0.98 és 1.02 között változik. Az  $r=1$ -től való eltérés elsődlegesen a készülékek konstrukciójából ered. Az ASTM (American Society for Testing and Materials) [2] a következőképp adja meg a linearitási definíciót: a linearitási tartomány addig terjed, amíg az egységnyi koncentráció változásra jutó jelváltozás állandó, illetve az ettől való eltérés nem haladja meg az 5%-ot (1. ábra). A linearitási tartomány az ennek

\* Budapesti Műszaki Egyetem, Általános és Analitikai Kémiai Tanszék



megfelelő legnagyobb koncentráció és a kimutatósi határ közötti koncentráció tartomány.



1. ábra. Folyadékkromatográfiás detektorok jellemzői: dinamikus és lineáris tartomány

A *detektor érzékenysége* alatt definíció szerint az egységnyi koncentráció változás hatására bekövetkező jelváltozást értjük. Az (1) összefüggést felhasználva:

$$\alpha = \Delta s / \Delta c \quad \text{ill.} \quad \alpha = ds/dc. \quad (3)$$

Az  $\alpha$  értéke tehát nem más, mint a kalibrációs egyenes meredeksége, illetve – a nemlineáris tartományban – az adott koncentrációértékhez tartozó, koncentráció szerinti deriváltja. Dimenzionálisan az  $\alpha$  a mért jelintenzitás osztva a bemérési koncentrációval, a detektor típusától függően változik. Ezen az alapon tehát a detektorok összevetése nem lehetséges, mert UV-VIS-nél ez AU/(mol/dm<sup>3</sup>), elektrokémiai detektornál nA/(mol/dm<sup>3</sup>) stb. Gyakorlati szempontból nézve az összevetéshez az adatfeldolgozó egység kimenetén mért jel és a bemérési koncentráció hányadosát adhatjuk meg. Az adatfeldolgozó (lineáris vonalíró, integrátor, adatállomás) jelkimenete minden egyes esetben mV-ban van megadva.

A detektálási alsó határ megadásánál folyadékkromatográfiában világosan el kell határolni az érzékelőre (detektorra) és a rendszerre vonatkozó értéket. A gyakorló kromatográfus szemzőgéből elsődlegesen a folyadékkromatográfiás rendszerre vonatkozó adat a fontos. Ez az adat

az alkalmazott mérési körülmények függvénye. A *legkisebb kimutatható anyagmennyiség* (minimum detectable level) előre rögzített jel/zaj viszony mellett ( $s/n=2$ ) a következő összefüggés szerint adható meg:

$$m = \frac{2\varepsilon\pi r^2 L(1+k^2)}{N^{1/2}} X_D, \quad (4)$$

ahol  $m$  a minta tömege,  
 $\varepsilon$  a kolonna porozitása,  
 $r$  a kolonna sugara,  
 $L$  a kolonna hossza,  
 $k$  a kapacitás tényező (a minta visszatartására jellemző tényező),  
 $N$  az adott komponensre jellemző elméleti tányérszám (kinetikai hatékonyság),  
 $X_D$  az ún. detektor érzékenység.

A *detektor érzékenysége* az adott anyagra jellemző koncentráció, amely a detektor cellán áthaladva a zaj kétszeresének megfelelő jelet adja, feltételezve azt, hogy az adagolás és a detektor cella között a minta hígulása elhanyagolható. A detektor érzékenységét Scott azzal a legkisebb anyagmennyiséggel definiálta, amely a zajtól megkülönböztethető. Ez bizonyos esetekben megegyezik a legkisebb kimutatható anyagmennyiséggel, bevezetése és ily módon történő használata azért vált szükségessé, hogy a detektor érzékenységét meg tudja különböztetni a kromatográfiás rendszer tömeg-, ill. koncentráció-érzékenységétől.

Az összefüggés alapján a kromatográfiás rendszere jellemző legkisebb kimutatható anyagmennyiséget három egymástól függetlennek tekinthető tényezőcsoport szabja meg:

- kolonnára jellemző adatok, amelyek két részre bonthatók: a) a kolonna geometriai méreteire [ $r$ ,  $L$ ] és
- b) a töltet jellemzőkre [ $\varepsilon$ ,  $N$ , ( $d_p$ )],
- a visszatartásra jellemző adatok [ $k$ ,  $N(k)$ ],
- a detektorra jellemző adatok.

(Megjegyzendő, hogy a kapacitásfaktor mellett a kinetikus hatékonyságot is befolyásolhatja az eluensösszetétel.) Korrekt összevetés akkor és csak akkor lehetséges, ha az első két tényezőcsoport értékei állandók. Akkor a (4)-es kifejezés a következő összefüggésre egyszerűsödik:

$$m = KX_D \quad (5)$$

Az (5) egyenlettel megfogalmazott összevetési feltétel lehet az alapja az egyes típusokon



belüli és a különböző típusú detektorok folyadék-kromatográfiás mérési körülmények közötti összehasonlításának.

Kromatográfiás megfogalmazás szerint a zónaszélesedés (zónadisziperzió) az adagoló és a detektor bemenet között nem nagyobb, mint 5–10 % a kolonnán létrejövő zónaszélesedést alapul véve. A detektor érzékenység ilyen meghatározása meglehetősen nehézkes, mert minden olyan zajforrást ki kell küszöbölni, amely az érzékelő alaprajzához képest növekedést okoz, például az áramlási sebesség, a hőmérséklet stb. változásából eredő zajt. Mindezeket azért kellett részletesen tárgyalni, mert az irodalomban megadott adatok, ha nem kifejezetten gyártmányfejlesztésről van szó, akkor a kromatográfiás rendszerre jellemzőek. Másrészt az irodalomban sem mindig egyértelműen használják ezeket a kifejezéseket. Magunk részéről a következő terminológiák használatát javasoljuk:

- detektor érzékenység,
- kromatográfiás rendszer tömegérzékenysége,  $m$  a legkisebb detektálható anyagmennyiség tömegegységben kifejezve és a
- kromatográfiás rendszer koncentráció érzékenysége ( $X_c$ ).

A kromatográfiás rendszer *koncentráció érzékenysége* alatt azt a legkisebb koncentrációt értjük, amely a zajhoz képest kétszeres jelet ad. Scott szerint a detektor érzékenysége az alábbi képlettel számolható:

$$X_c = 1.8 X_D. \quad (6)$$

A kifejezés csak látszólag független a kolonna paramétereitől és a visszatartási adatoktól. Scott [3] ügyesen fogalmazza meg a peremfeltételeket: azt mondja, hogy a legkisebb kimutatható anyagmennyiséget oldjuk fel a maximum megengedett oldattérfogatban, akkor ez lesz a kromatográfiás rendszer koncentráció érzékenysége. Ekkor és csak ekkor valósul meg a koncentráció érzékenység függetlensége a kolonna paramétereitől. A kromatográfiás rendszerre jellemző koncentráció érzékenységet az alapdefiníció alapján levezethetjük, és a következő egyszerűsített összefüggést kapjuk:

$$X_c = 2n/a, \quad (7)$$

ahol  $n$  a zaj,

$a = \Delta s / \Delta c$  a kalibrációs egyenes iránytangense.

Az  $X_c$ -t gyakran nevezik a *legkisebb detektálható anyagmennyiségnek*, amelyet koncentráció egységben fejeznek ki. Detektorok össze-

hasonlítása és megítélése a gyakorló analitikus számára nem könnyű feladat. A megadott adatok ugyanis csak részben függenek a detektortól [lásd (4)-es összefüggés], és az egyéb paraméterek, elsődlegesen a zaj hatása nehezen vagy egyáltalán nem értékelhető. A (4) összefüggés akkor érvényes, ha a zajt csak a detektor működése okozza, és nem hat rá a kromatográfiás rendszer többi eleme.

A zaj megítélése az egész kromatográfiás rendszer szempontjából alapvető. Kérdés, hogy vajon az egyes egységek okozta zajok kezelhetők-e egymástól függetlenül? Ez a feltétele ugyanis annak, hogy elméletileg külön kezelhessük a detektor működéséből eredő zajt, és ennek alapján minősítsünk. A minősítés az eltérő működési elvű detektorok között csak nehézkesen végezhető el. Korrekt összehasonlítás csak az azonos működési elvű készülékek közt lehetséges. Példaként a legtöbbet használt UV-VIS detektort vesszük. A *detektorzajt* alapvetően három komponensre tudjuk bontani [4–5], az ún. rövidtávú (short term) zajra, a hosszú távú (long term) zajra és az alapvonal csúszásra (drift). Az ASTM előírás szerint az UV-VIS detektorokra a következő adatok az irányadók:

- statikus rövidtávú zaj:  $0,5\text{--}1,5 \times 10^{-4}$  AU/cm, dinamikus része  $0,5\text{--}1,0 \times 10^{-4}$  AU/cm;
- statikus hosszú távú zaj:  $1\text{--}4 \times 10^{-4}$  AU/cm, dinamikus része  $1\text{--}5 \times 10^{-4}$  AU/cm;
- statikus drift:  $5\text{--}10 \times 10^{-4}$  AU/h, dinamikus drift:  $2\text{--}6 \times 10^{-4}$  AU/h.

Az ASTM előírások a zajokat frekvenciájuk alapján különböztetik meg. Ha a zaj frekvenciája sokkal nagyobb, mint a jelé, akkor ez a rövidtávú, ha áramlásmentes állapotban mérjük, akkor ez a statikus, ha folyadék áramlik keresztül a cellán, akkor ez a dinamikus rövidtávú zaj. A 2. ábrán dinamikus rövidtávú zajt mutatunk be.

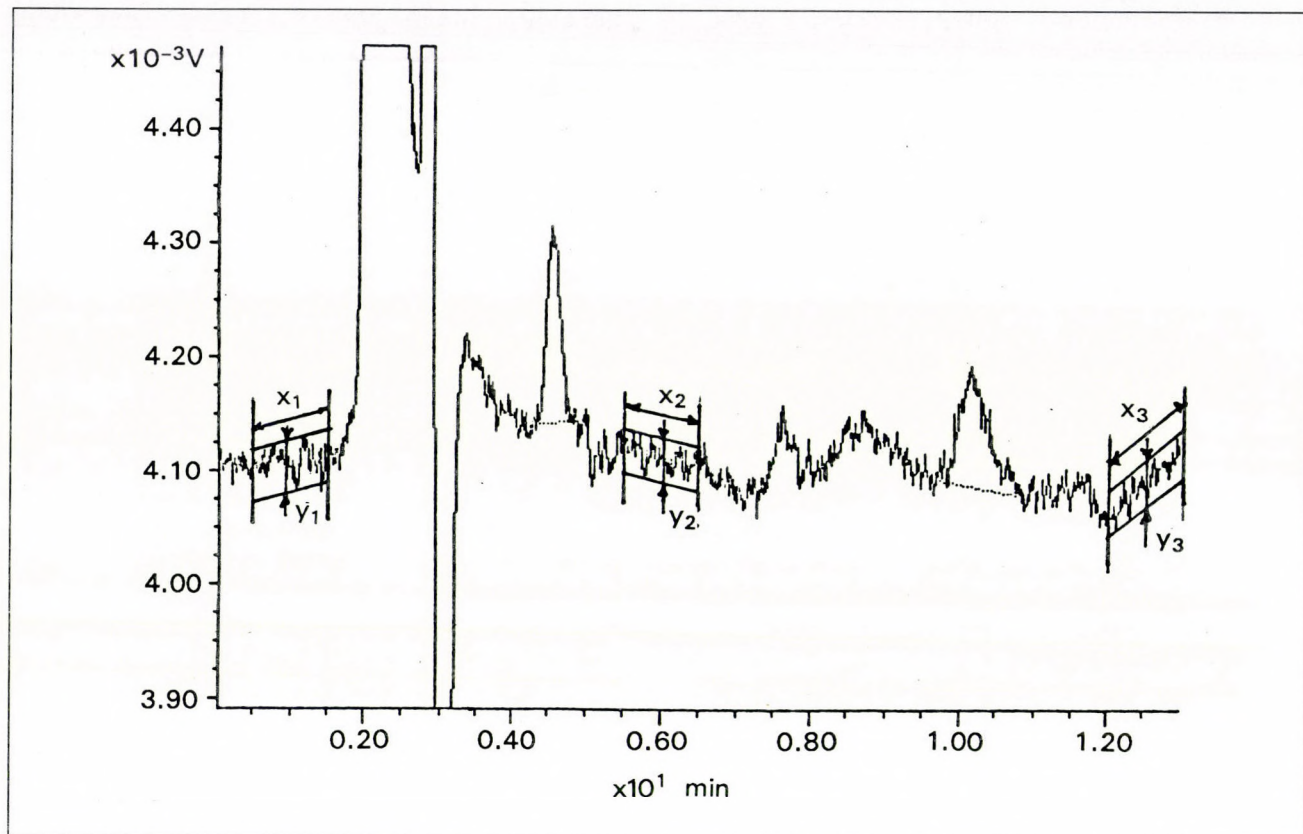
A rövidtávú zaj jellemzésének időtartamával 15 min-ot szokás választani, a mintavétel időtartama 1 min-ig terjed. Definíciószerűen az egységnyi cellahosszra vonatkoztatva a rövidtávú zaj a következőképp adható meg:

$$n_r = \sum_{k=1}^{k=m} Y_k / ml, \quad (8)$$

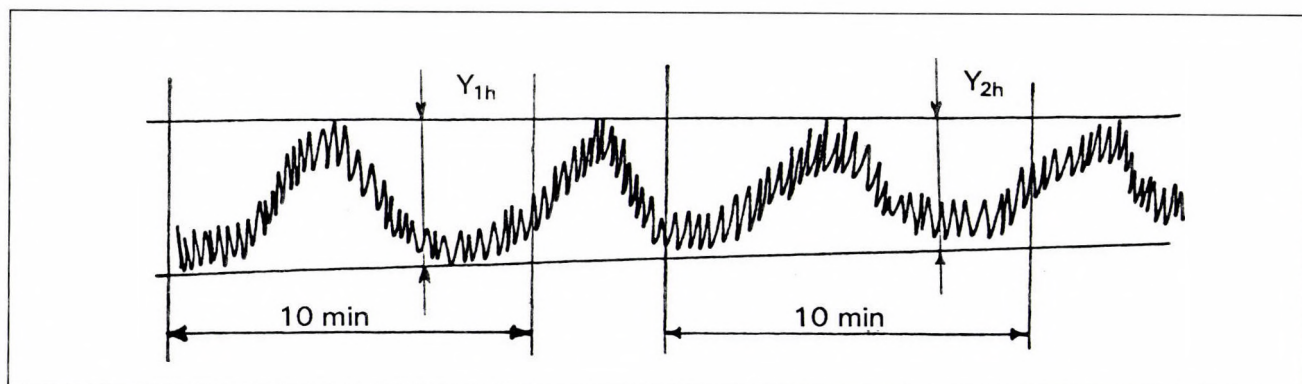
ahol  $m$  a mérési szegmensek száma,  
 $l$  az UV-VIS detektor cellájának hossza,  
 $Y_k$  a szegmenseknél a csúcsminimum és -maximum közti távolság AU-ban kifejezve.

A hosszú távú zajnál a mintavételezés időtartama 10 min. A 3. ábrán a meghatározására mutatunk be példát. A hosszú távú zajt is egy-





2. ábra. Folyadékkromatográfiás detektorok jellemzői: dinamikus rövid távú zaj



3. ábra. Folyadékkromatográfiás detektorok jellemzői: UV-VIS detektor hosszú távú zaja

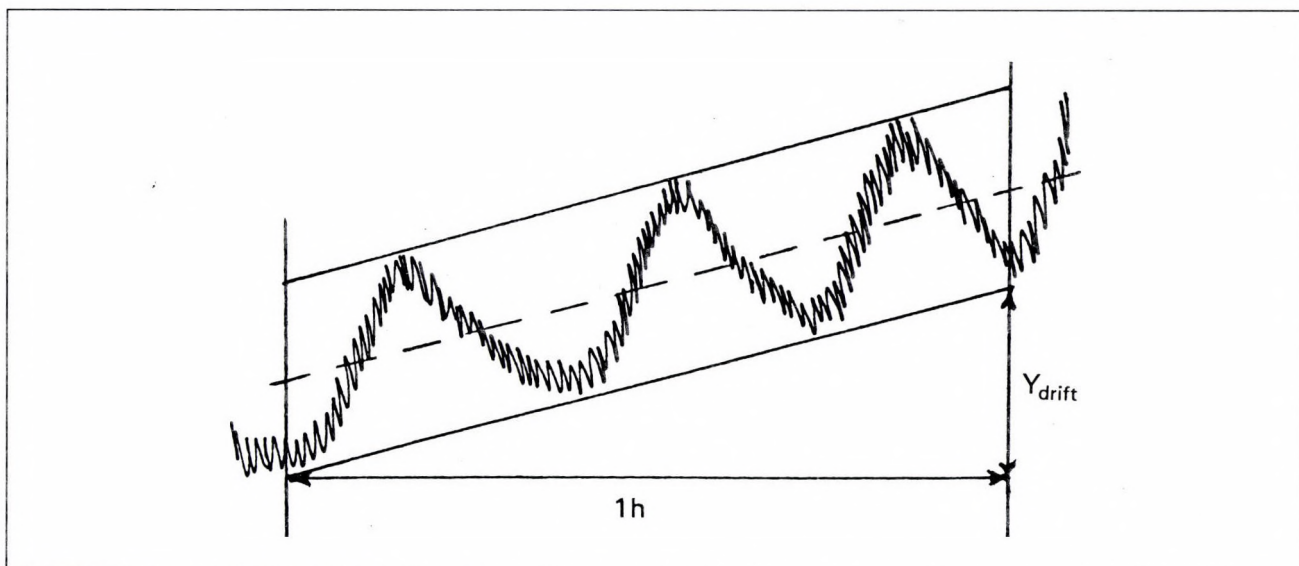
ségnyi cellahosszra vonatkoztatva adjuk meg ( $Y_{2h}/l$ ; feltétel, hogy  $Y_{2h} > Y_{1h} > \dots > Y_{mh}$ ; ahol a  $h$  index a hosszú távú zajra utal).

Végül a detektorjel időbeli egyirányú változása, vagy a magyar szaknyelvben is meghonosodott kifejezéssel élve, a drift mérése, 1 h alatt történik (4. ábra).

Az elektronika és az optika fejlesztésével a megadott tipikus értékek kiindulópontnak tekinthetők. A ma használatos UV-VIS detektoroknál már jobb specifikációt adnak meg. Ezekkel majd az egyes típusok ismertetésénél foglal-

kozunk. A megadott értékekből elméletileg kiszámítható, hogy melyik az a legkisebb érték, amelynek a mérése még lehetséges. A kimutatás alsó határának a jel/zaj  $> 2$  értéket fogadtuk el. Ekkor a hosszú távú zajt figyelembe véve a  $2-10 \times 10^{-4}$  AU egység jelváltozást okozó koncentráció adja meg a detektálásunk alsó határát. A fenti becslés figyelmeztet arra, hogy a detektor hosszú távú zaja alapján nehezen képzelhető el a  $10^{-4}$  AUFS mérőhatár (AUFS=abszorbanciaegység a teljes skálakitérésre vonatkoztatva).

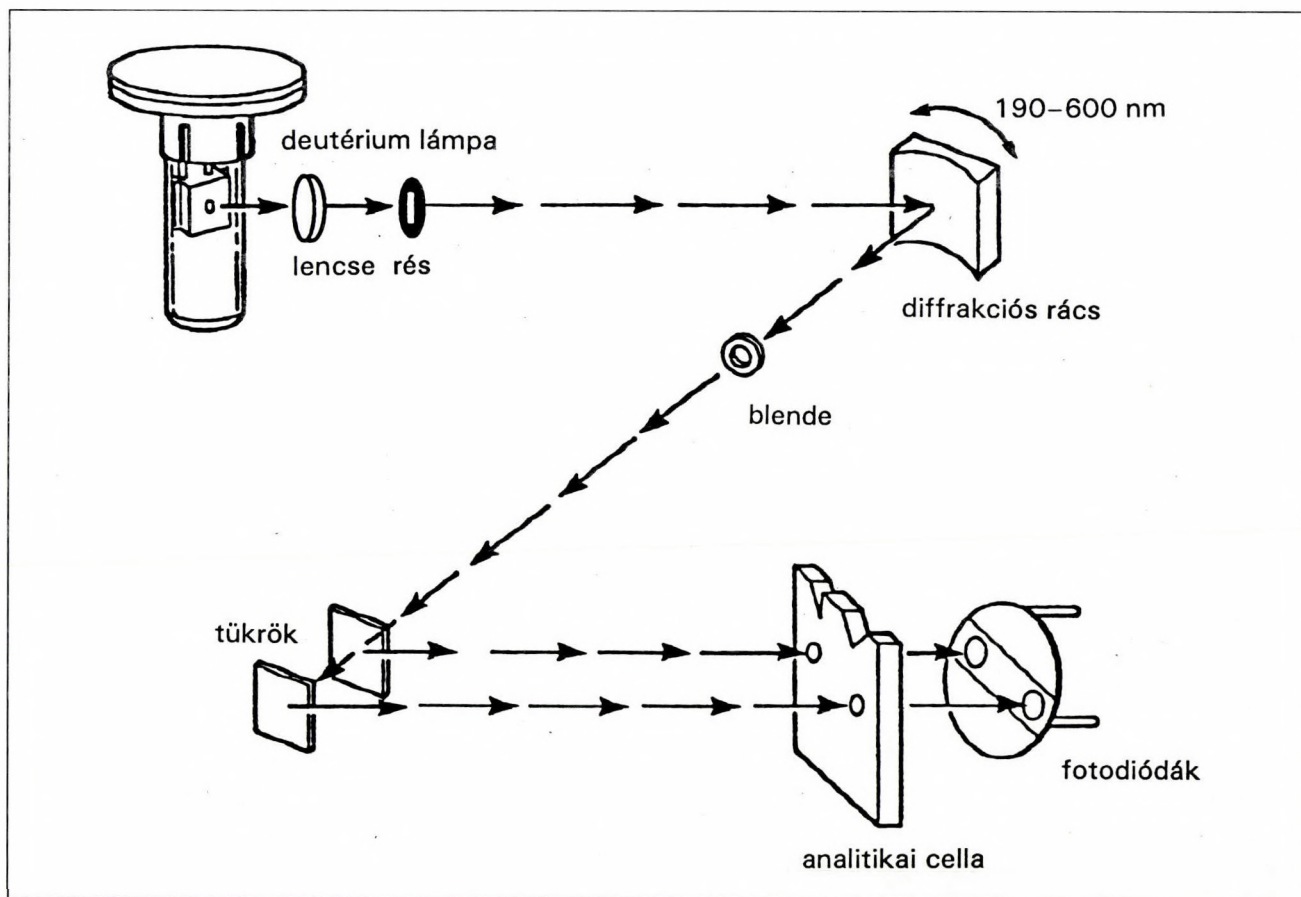




4. ábra. Folyadékkromatográfiás detektorok jellemzői: drift megadás UV-VIS detektornál

Minden olyan hatás, amely a zajt növeli, növeli a kimutatási határt. Ez az oka annak, hogy körültekintően kell vizsgálni a detektor cella kialakításának, a hőmérséklet változásának, az áramlási sebességnek és nyomás ingadozásnak a befolyását a detektor zajra. A detek-

tor kimenetre csatlakozó elektronikus szűrő időállandójának változtatásával a nagyfrekvenciás, rövid távú zaj kiszűrhető, kérdéses azonban, hogy e zaj elektronikus szűrésével milyen mértékben torzítjuk el a kromatográfiás csúcs jelét.



5. ábra. UV-VIS folyadékkromatográfiás detektor felépítése

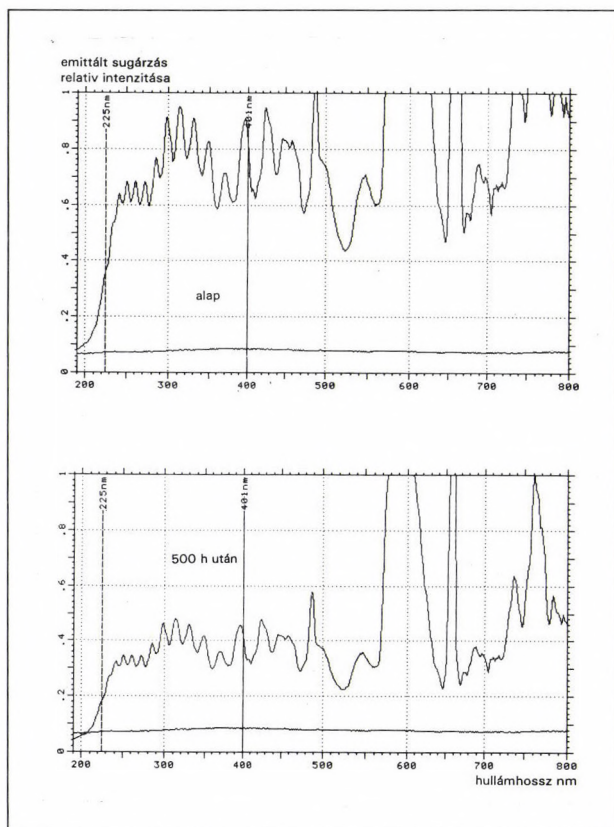


Az előzőekben tárgyaltakat azért kívántuk előrebocsátani, hogy egységes szemlélet alapján tudjuk elvégezni az azonos működési elvű detektorok összehasonlítását és kísérletet tenni az eltérő típusúak megítélésére. A továbbiakban az UV-VIS hullámhossz tartományban működő detektorokról adunk rövid áttekintést.

## UV-VIS detektorok felépítése és jellemzése

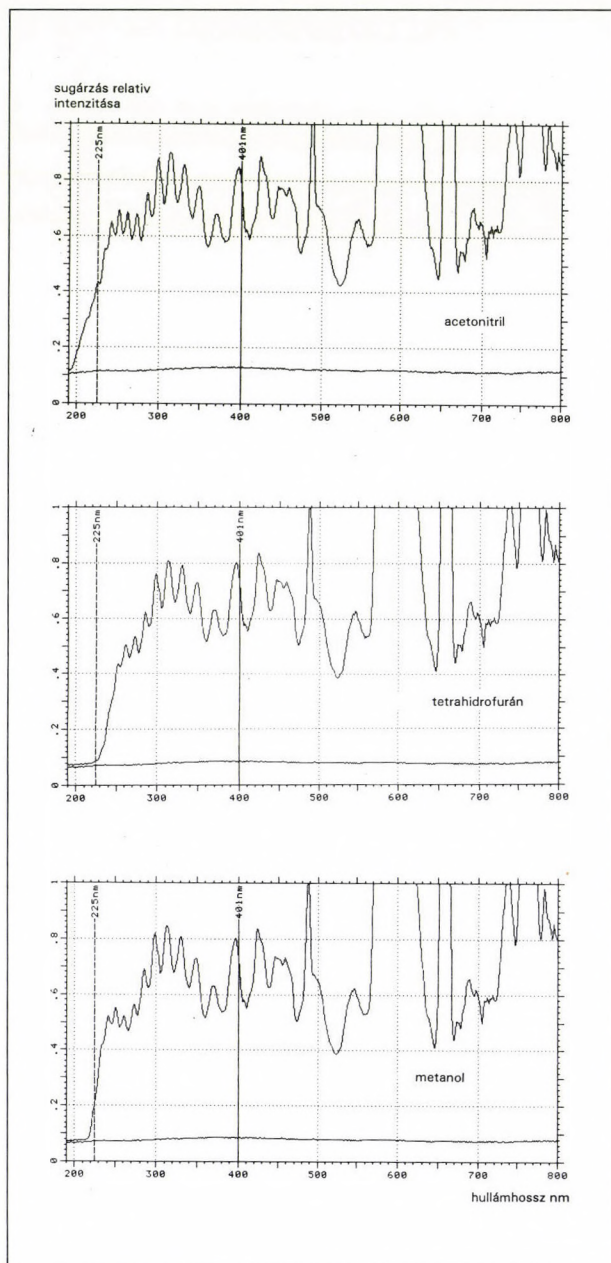
Az ultraibolya-látható hullámhossz tartományban működő folyadékkromatográfiás detektorok felépítése az 5. ábrán látható. Ez a felépítés a diódasoros detektorokat kivéve jellemző a ma használatos változtatható hullámhosszú érzékelőkre. További tárgyalásunkban az egyes detektorelemeket kívánjuk részletesen bemutatni.

Sugárforrásként két fajta gáztöltésű katód-lámpa terjedt el széles körűen, a deutérium és a xenon gázzal töltött lámpák. Az általánosabban használt deutérium lámpa emissziója a hullámhossz és az üzemeltetési idő függvénye. Az üzemeltetés során az emisszió csökken, amit a



6. ábra. Az UV-VIS detektor deutérium lámpájának intenzitás változása, ha a detektor cella nagy tisztaságú vízzel van feltöltve

lámpa fokozatos elhasználódása okoz. A gyártók a deutérium lámpa élettartamára általában 1000 üzemórát adnak meg. A deutérium lámpa intenzitásának időbeli változását a WATERS 990 diódasoros detektor deutérium lámpájának emissziós spektrumával illusztráljuk (6. ábra). Ahogy az ábrán is látható, a használati idő növekedtével a cellára jutó sugárzás intenzitása csökken. Ez a hatás a kromatográfiás mérések két paraméterét befolyásolja. Növekszik az alkalmazható legkisebb mérési hullámhossz, ami elsősorban a rövid hullámhosszon történő mérések során érezteti hatását. Itt ugyanis az eluens transzmittanciája eleve kisebb. A másik

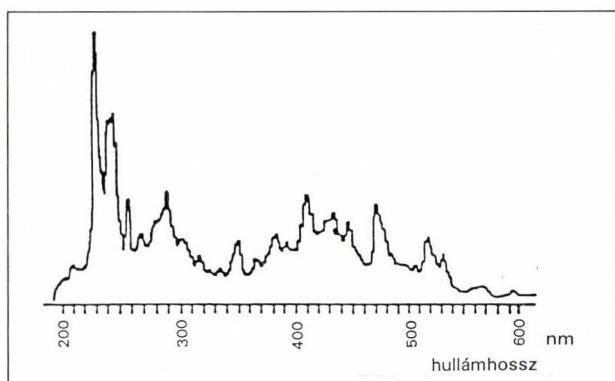


7. ábra. Acetonitrilen, metanolon és tetrahydrofuranon átvitt sugárzásintenzitása



hatás a linearitási tartomány jelentős csökkenése abban az esetben, ha a transzmittancia kicsi. A legkisebb alkalmazható hullámhosszat az szabja meg, hogy milyen hullámhossz felett jut megfelelő intenzitású sugárzás az érzékelőre. Ez függvénye az alkalmazott oldószernek és a deutérium lámpa pillanatnyi állapotának. A 7. ábrán acetonnitril, metanolon és tetrahydrofuránon átjutó intenzitást adjuk meg a hullámhossz függvényében, deutérium lámpával megvilágítva.

Nagyobb intenzitású sugárforrásként xenon lámpa is alkalmazható. E sugárforrás emisszióját a hullámhossz függvényében a 8. ábrán adjuk meg. Ilyen sugárforrást használ a Waters cég által forgalmazott 490 típusszámú négy csatornás detektor. Használatakor jól stabilizált tápegységet kell alkalmazni.



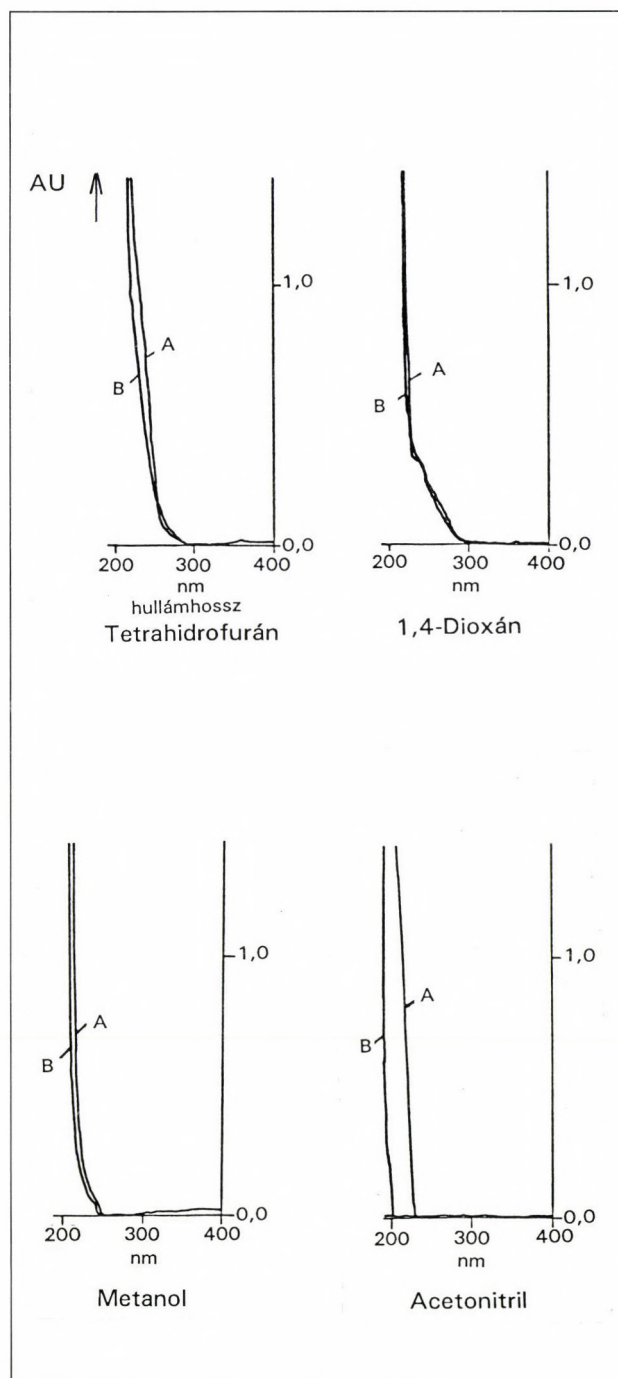
8. ábra. Xenon lámpa emissziós spektruma

Az állandó hullámhosszon működő, olcsó és stabil detektorokban kis nyomású higanygőz lámpát használnak. Ezt a lámpát szűrő alkalmazása nélkül lehet használni, mert 253,8 nm-en nagy intenzitású emissziós vonala van, amely mellett a többi emisszió elhanyagolható. A Zn lámpának 213,9 nm-en van nagy intenzitású emissziója, viszont 307,6 nm-en ezzel összemérhető az emittált sugárzás intenzitása, ezért optikai szűrőt kell alkalmazni. A Cd lámpa 228,8 nm-en emittál intenzíven, a 283,6–346,6 nm tartományban található emisszióját szűrőkkel kell eliminálni.

Az UV-VIS detektorok működési tartománya 190–800 nm közé esik. 190 nm alatt a mérőrendszert (optikai rendszer és referencia cella) vagy nemesgázzal kell feltölteni vagy vákuum alá kell helyezni, és az eluenst teljes mértékben oxigénmentesíteni kell. A 190 nm-es alsó mérési tartomány víz és acetonnitril tartalmú eluensekkel valósítható meg.

Az UV-VIS detektorok teljesítőképességét jelentősen befolyásolja az alkalmazott oldószer fényáteresztő képessége, amit az irodalomban

az ún. UV-cut-off-fal szokás megadni. Ez azt a legkisebb hullámhosszat jelenti, amelynél az oldószer transzmittanciája 10 %-ra csökken (ez abszorbanciában kifejezve 1 AU). Az irodalomban közölt UV-cut-off értékeket az 1. táblázatban adjuk meg. Néhány oldószer elnyelését a hullámhossz függvényében a 9/a, b, c, d, e ábrákon adjuk meg. (A egyik gyártó cég kromatográfiás minőségű oldószere; B másik gyártó cég kromatográfiás minőségű oldószere; C nem kromatográfiás minőségű oldószer).

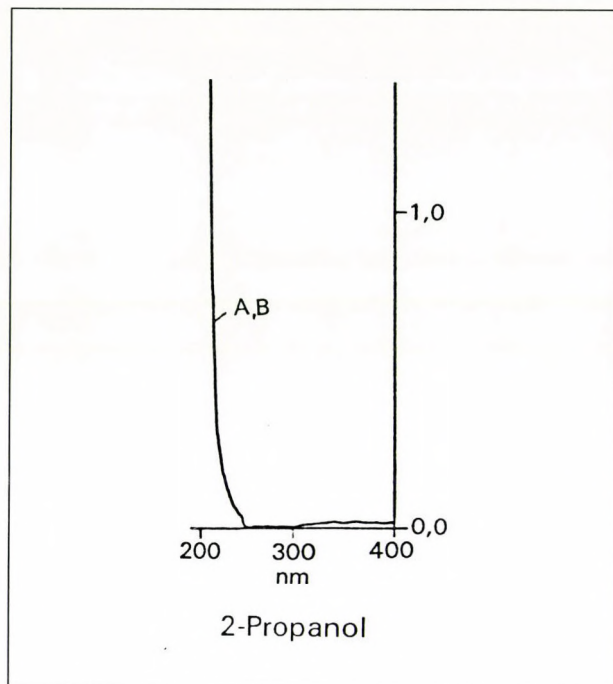


9. ábra. Szerves oldószerek fényelnyelése



Oldószer	UV-cut-off
acetonitril	190
metanol	205
izopropanol	205
dioxán	215
tetrahidrofurán	230

1. táblázat. Kromatográfiás oldószerek UV-cut-off értékei

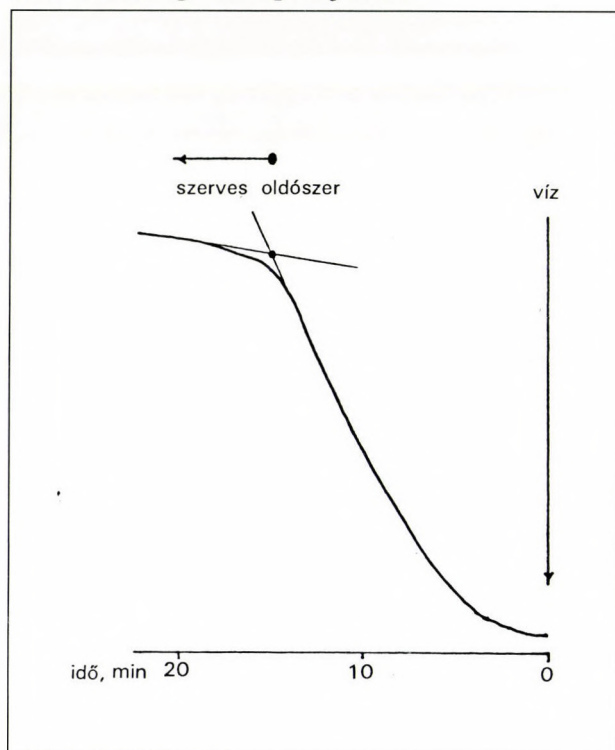


9. ábra. Szerves oldószerek fényelnyelése

Az ábrákon megadott UV elnyelésekkel azt kívánjuk szemléltetni, hogy az egyes oldószerek között gyártótól függően is jelentős különbségek lehetnek. Az UV-cut-off az esetek egy részében nem adja vissza az oldószer szennyezettségére jellemző adatokat. Az oldószer szennyezők zavaró hatása különösen a gradiens elució technikánál jelentkezik. (Ezzel a technikával külön kívánunk foglalkozni, ezért itt a fenti problémákat részletesen nem tárgyaljuk.)

Az UV detektálásnál használt oldószerek minősítésére kidolgozott módszerünk lényege a következő. Gradiens elució technikánál az egyik oldószertartályba nagy tisztaságú vizet teszünk (Milli Q vagy hasonló minőségű), a másikba a minősíteni kívánt oldószert. A detektoron a mérési hullámhosszat az előzőleg meghatározott UV-cut-off értékre állítjuk, majd a gradiens programot 100% víztartalmú eluensből 100% szerves oldószertartalmú eluensig futtatjuk. Amennyiben a szerves oldószer nem tartalmaz UV elnyelő szennyezést, akkor a 10. ábrán megadott görbét kapjuk. Nagy víztartalmú és kevés vizsgálandó oldószert tartalmazó gradiensnél (kezdeti szakasz) az oldószer apoláris szennye-

zései a kolonnán feldúsulnak, majd az eluens erősségének növekedésével (nagyobb a szerves oldószer tartalom) a szennyezők eluálódnak és a detektorban jelet adnak. Ha az oldószer nem tiszta, a görbe középső szakaszán a szennyezésre jellemző csúcsokat kapunk. Minél nagyobb a csúcs(ok) alatti terület, annál szennyezettebb a szerves oldószer. A 11/a, b, c, d, e ábrákon a fordított fázisú folyadékkromatográfiában gyakran használt oldószerek tisztaságvizsgálatára mutatunk be példákat. Az oldószer tisztasággal kapcsolatos vizsgálatokat azért hangsúlyozzuk, mert tapasztalatunk, hogy még azonos cég által gyártott oldószer minősége is változik időről időre. Ez a minőségváltozás nem teszi lehetővé a rövid hullámhosszon történő mérést. Ahhoz tehát, hogy a detektorról véleményt mondjunk, az oldószer minőségét is meg kell vizsgálnunk „UV-tisztaság” szempontjából.



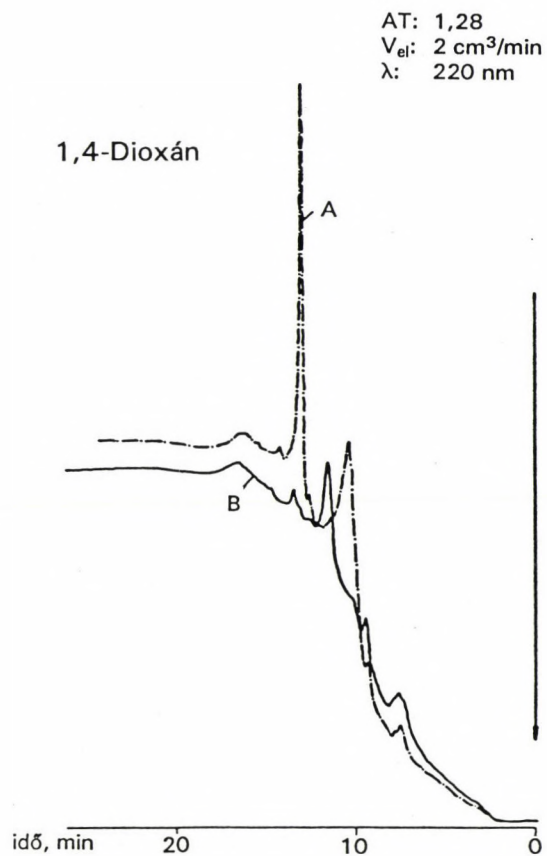
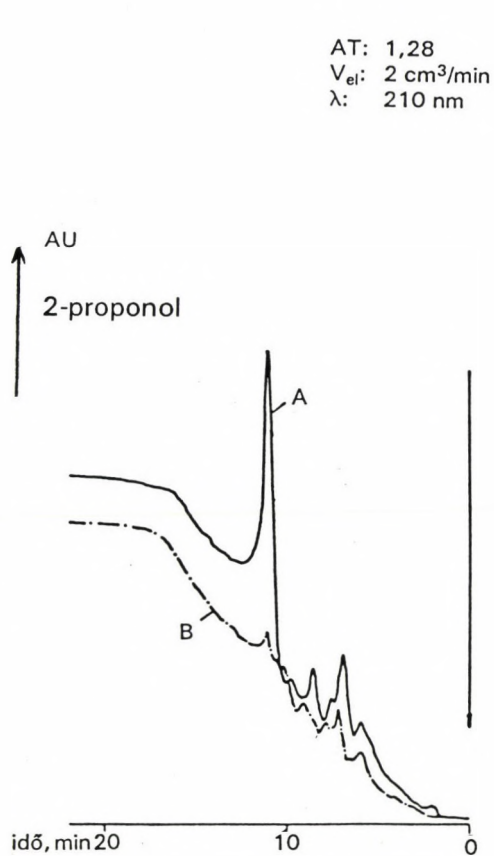
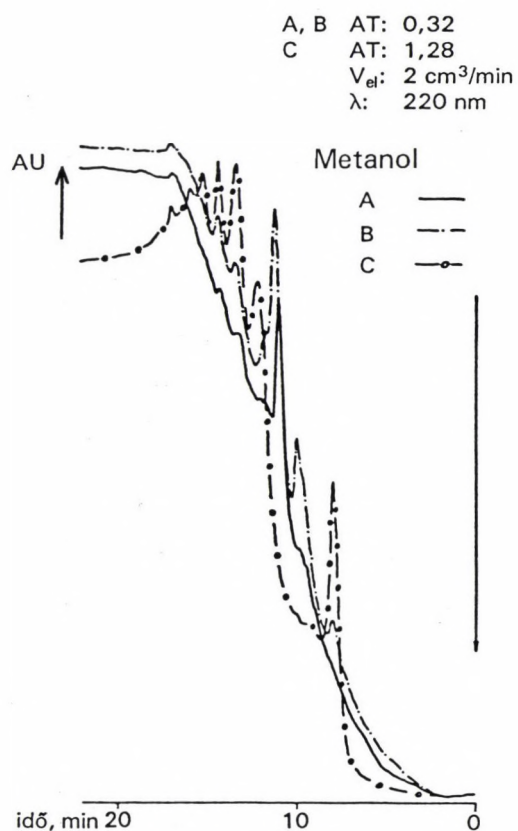
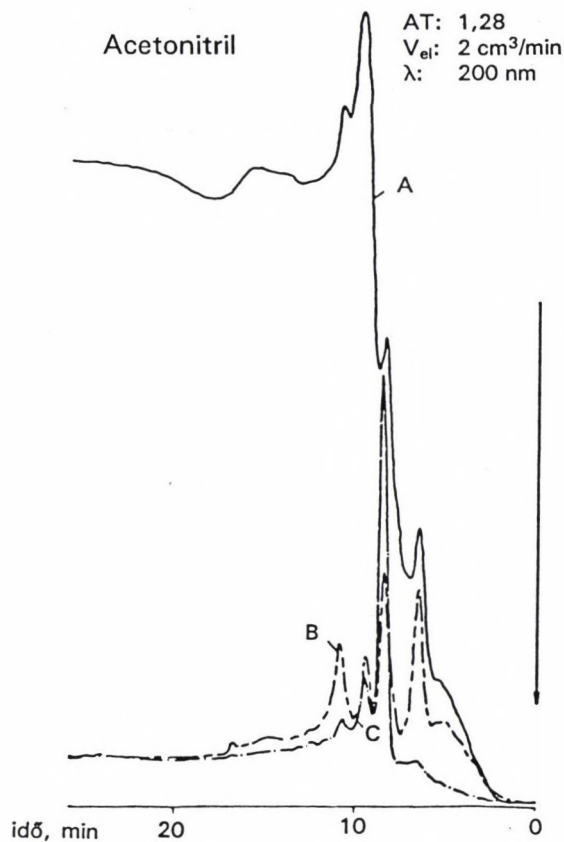
10. ábra. A fordított fázisú folyadékkromatográfiában használt oldószerek tisztaság vizsgálata gradiens elucióval (elméleti görbe)

A detektor optikai felépítésének jellemzésére szolgáló paraméterek a következők:

- hullámhossz beállítás torzítatlansága (accuracy),
- hullámhossz beállítás reprodukálhatósága (reproducibility),
- sáv szélesség (bandwidth).

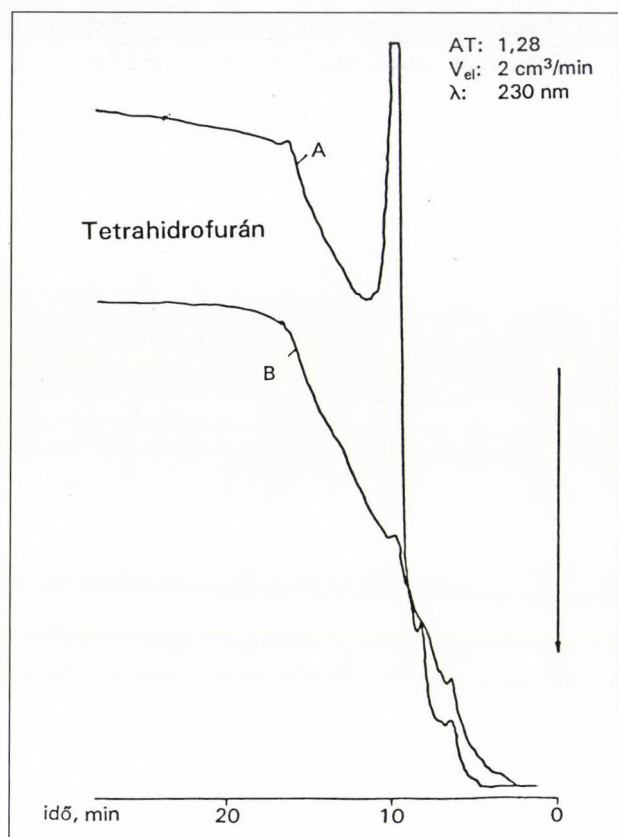
A hullámhossz beállítás torzítatlanságának ellenőrzésére vannak olyan megoldások, amelyeknél automatikusan elvégzik a hullámhossz kalibrációt. Ilyen beépített programmal rendelkezik pl. a Millipore (WATERS) 486 típusú detektor.





11. ábra. A fordított fázisú folyadékkromatográfiában használt oldószerek tisztaság vizsgálata gradiens elucióval



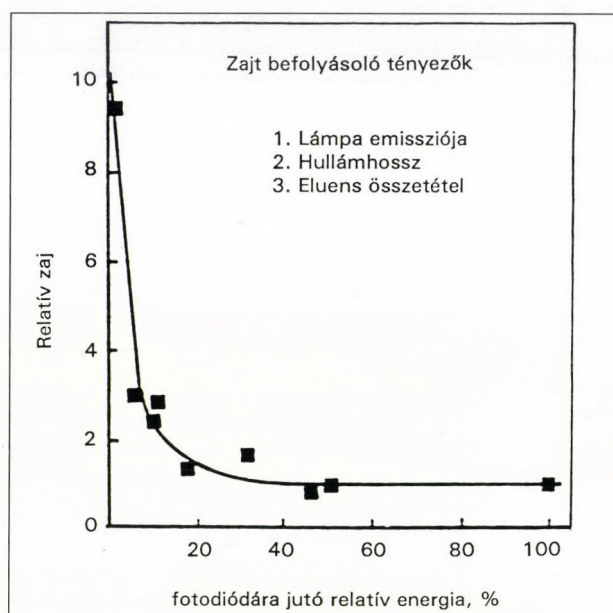


11. ábra. A fordított fázisú folyadékkromatográfiában használt oldószerek tisztaság vizsgálata gradiens elucióval

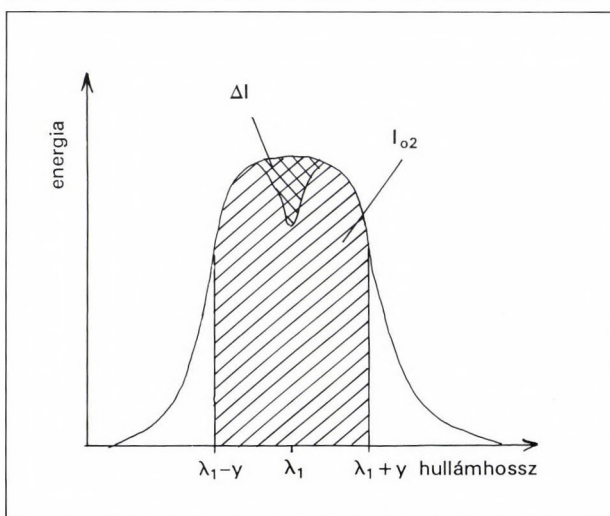
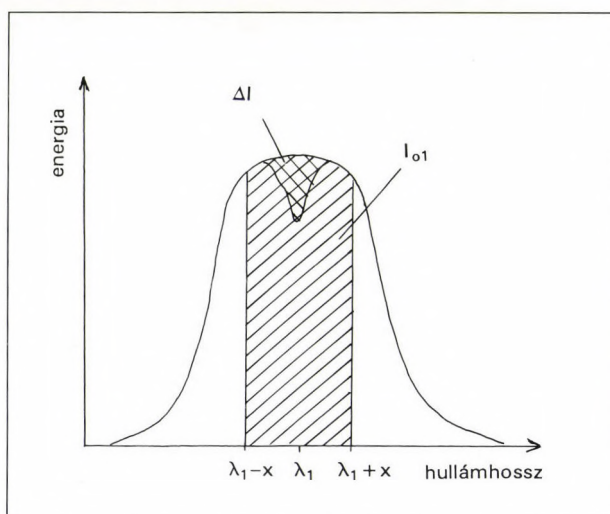
Néhány gyártó cég által megadott értékek a következők:

Gyártó	típus	torzítatlanság nm	reprodukálhatóság nm
Millipore	486	±2	±0,25
BioRad	Bio Dimension	±1	±0,1
Kratos	783	±1	±0,25
Kontron	430	±1	±0,05
JASCO	975/970	±2	±0,1
Merck	L 4200	±2	nincs adat

A sávszélesség egyaránt hatással van az érzékenységre és a detektor linearitásra, hiszen meghatározza a fotodiódára jutó energiát. A fotodióda jel-zaj viszonya függvénye a rájutó energiának (12. ábra). Minél nagyobb a sávszélesség, annál nagyobb lesz a fotodiódára jutó energia, azaz a jel/zaj viszony javul, ezzel a kimutatási határ csökken. A nagy energia és a nagy sávszélességű megvilágítás hatására az intenzitás-különbség csökken és ezzel az abszorbancia (A) kisebb lesz. A cellán áthaladó komponens elnyelése ( $\Delta I$ ) közelítőleg független a megvilágító sugárzás energiájától. (13. ábra)



12. ábra. A detektorzaj függése a fotodiódára jutó energiától



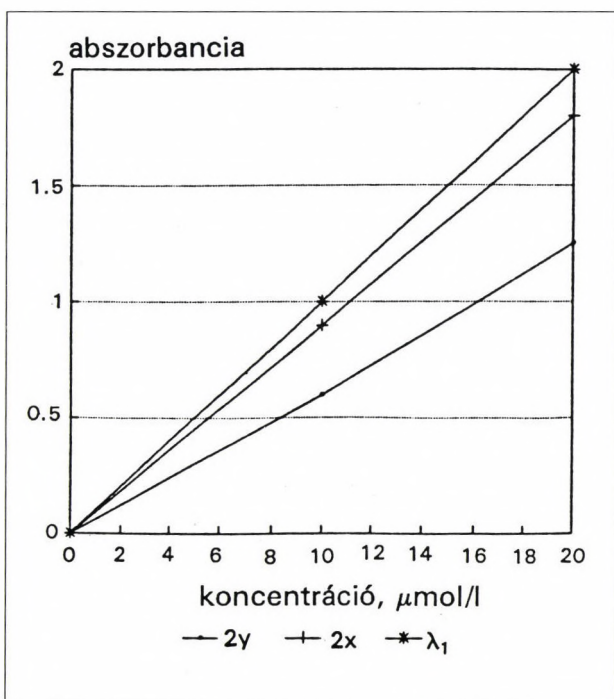
13. ábra. A fotodiódára jutó fényenergia és fényelnyelés függése a sávszélességtől



$$A_1 = \lg \frac{I_{01}}{I_{01} - \Delta I}, \quad A_2 = \lg \frac{I_{02}}{I_{02} - \Delta I},$$

ahol  $I_0$  a megvilágító sugárzás intenzitása és ha  $I_{01} < I_{02}$ , akkor  $A_1 > A_2$ .

Ez egyben azt jelenti, hogy a kalibrációs egyenes iránytangense függ a sávszélességtől. Tételezzük fel, hogy létezik monokromatikus fény ( $\lambda_1$  helyen), ehhez képest legyen két eltérő sávszélességű nyalábunk  $2x$ , illetve  $2y$  sávszélességgel (13. ábra). A sávszélesség növekedtével az abszorbancia csökkenése miatt csökken a kalibrációs egyenes iránytangense (14. ábra). Nagy sávszélességű detektornál a linearitási tartomány is kisebb lehet. Ennek egyik oka, hogy nagyobb koncentrációnál a fluoreszcencia miatt a fotodiódára jut a minta által emittált fény egy része.



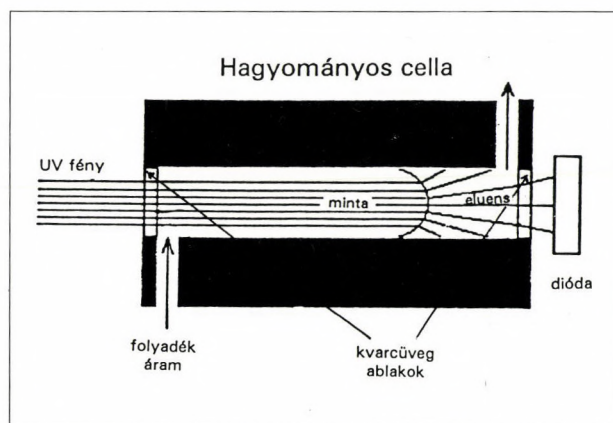
14. ábra. A sávszélesség hatása a detektor érzékenységére

Az eltérő sávszélességgel működő detektorok alkalmazása a kromatográfiai mérés szempontjából fontos jellemzők megváltozását okozhatja. Ilyenek a kimutatási határ, a mérés érzékenysége, a linearitási tartomány. A különböző gyártócégek által forgalmazott UV-VIS detektorok sávszélessége általában 4–10 nm között változik.

## A detektorcella térfogatának és geometriai kialakításának hatása

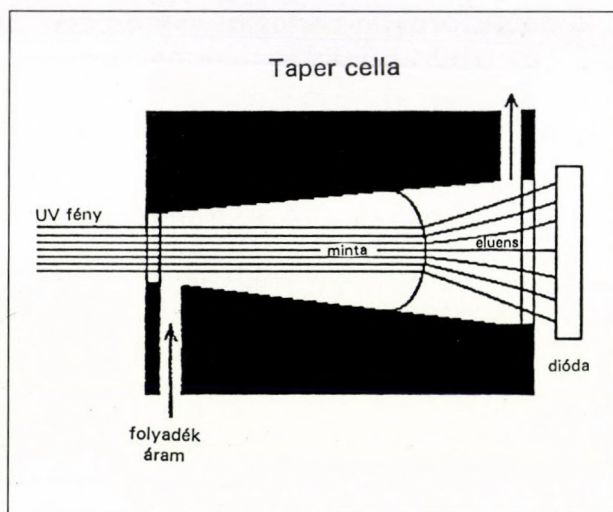
A fotodiódára jutó energia mennyiségét befolyásolja a *detektorcella geometriai kialakítása* is. A hagyományos detektorcellák hengeres furatúak, optikai úthosszuk 4–10 mm között változik (15. ábra). Ilyen típusú cellánál a sugárzás egy része a cella falába ütközik (elnyelődik, szóródik), és intenzitása csökkenésével egyidejűleg fellép az ún. RI-hatás (törésmutató hatás). Az RI-hatás eredményeképpen a kromatogramon negatív majd pozitív csúcsot kapunk. Az optikai úthossz csökkentésével az RI-hatás is csökkenthető. A Lambert-Beer törvény értelmében viszont az optikai úthossz csökkenésével csökken az elnyelt energia mennyisége, és így a detektálás alsó határa nő. Az RI-hatást csökkenteni lehet, ha a detektorcellát kónikusan alakítják ki (16. ábra). A legjobb fejlesztés ezen a területen az ún. „reverse taper beam” cella. Ennek lényege, hogy a cella hengeres geometriája és a törésmutató effektus okozta hatásokat domború lencsékkel próbálják csökkenteni. A cella általában rozsdamentes acélból készül, de különleges alkalmazásra ajánlanak teflonból vagy titánból készített cellákat is.

A detektorcella méretei és geometriai kialakítása megszabja a jel/zaj viszonyt. A geometriai méretek közül az optikai úthossz határozza meg az érzékenységet. Az optikai úthossz növelésének határt szab a cella térfogatának növekedése, ami kolonnán kívüli zónaszélesedést okoz. Az átfolyó küvetta átmérője ugyanis nem csökkenthető egy adott határ alá anélkül, hogy a sugárzás intenzitása jelentősen ne csökkenne.



15. ábra. RI-hatás a konvencionális celláknál





16. ábra. RI-hatás csökkentés a mérőcella geometriai kialakításával

## Detektor időállandójának hatása a jelre

A kis szemcseátmérőjű, gyors elemzést lehetővé tevő kolonnák megjelenésével a detektor elektronikájára jellemző időállandó szerepe is előtérbe kerül. Az időállandó növelésével a rövidtávú zajok csökkenthetők, ezzel a jel/zaj viszony növelhető. Nagy időállandójú detektoroknál a jelek is torzulnak. Az időállandó hatása különösen akkor jelentős, amikor nagysága összemérhető a kromatográfiás csúcs inflexiójához tartozó szélességgel ( $\sigma$  = csúcsvariancia). Az időállandó növelése torzítja a kromatográfiás csúcsot és maximum helyét is változtatja.

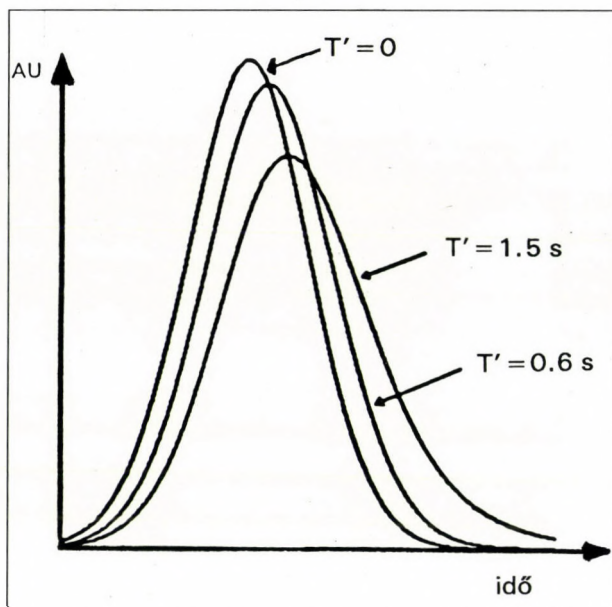
Sternberg [6] szerint a  $\tau$  időállandójú erősítő a következő egyenlet szerint torzítja a kromatográfiás csúcsot:

$$U = \frac{U_0 e^{-t/\tau}}{\tau} e^{t/\tau - (t-t_0)/2\sigma_t^2 dt},$$

ahol  $U$  az erősítő kimenetén mért jel V-ban,  
 $U_0$  konstans,  
 $\tau$  időállandó,  
 $t_0$  a csúcsmaximumhoz tartozó idő,  
 $t$  az idő,  
 $\sigma_t$  a csúcsszélesedés időegységben kifejezve.

A megadott összefüggés alapján becsülhető legnagyobb időállandó, amely még nem okoz a megengedettnél nagyobb zónaszélesedést. Általában igaz az a közelítés, hogy az időállandó értéke nem lehet nagyobb, mint a  $\sigma_t$  (zónaszélesedés időben kifejezve) tized része. Ez különösen a nagyhatékonyságú, rövid kolonnáknál, a mikrofuratú és mikrofolyadékromatográfiás rendszereknél okozhat problémát. Például egy

3 cm hosszú, 4,6 cm belső átmérőjű kolonnánál, ahol az  $N=5000$ ,  $F=2\text{ cm}^3/\text{min}$ , a holtidőnél mért  $\sigma_t=150\text{ ms}$ , ez 15 ms időállandójú detektort követel. Az időállandó megváltozásának hatását a 17. ábrán szemléltetjük.



17. ábra. Az időállandó változásának hatása a kromatogramra

Néhány gyártó cég detektor típusánál az időállandó („fast” állásban):

– BioRad 1306	0,05 s
– Merck L-4200/L-4000	0,1 s
– Millipore (WATERS)	0,1 s.

Amint arra az előzőekben utaltunk, több típusnál lehetőség van az időállandó változtatására (fast/slow állás).

## Detektor érzékenysége a nyomás és az áramlási sebesség változására

Az alternáló mozgást végző nagynyomású szivattyúknál minden esetben van maradó pulzálás [8]. A nyomásesés ingadozása együtt jár az áramlási sebesség változásával, a két paraméter hatását csak együttesen lehet vizsgálni. A szakmai közvéleményben elterjedt az a nézet, hogy az UV-VIS detektorok az áramlási sebesség változásra és a nyomásesés ingadozásra nem érzékenyek. Ez a megközelítés arról az oldalról nézve igaz, hogy elméletileg a fényelnyelés, amely az adott anyagra jellemző sajátosság, szobahőmérsékleten, atmoszférikus nyomáson, oldatban független az áramló közegre jellemző paraméterektől. Mindez addig igaz, amíg nem kis átmérőjű csőben végezzük a mérést. Szűk csőben (átfolyó küvetában, mérőcellában) történő áramlás-



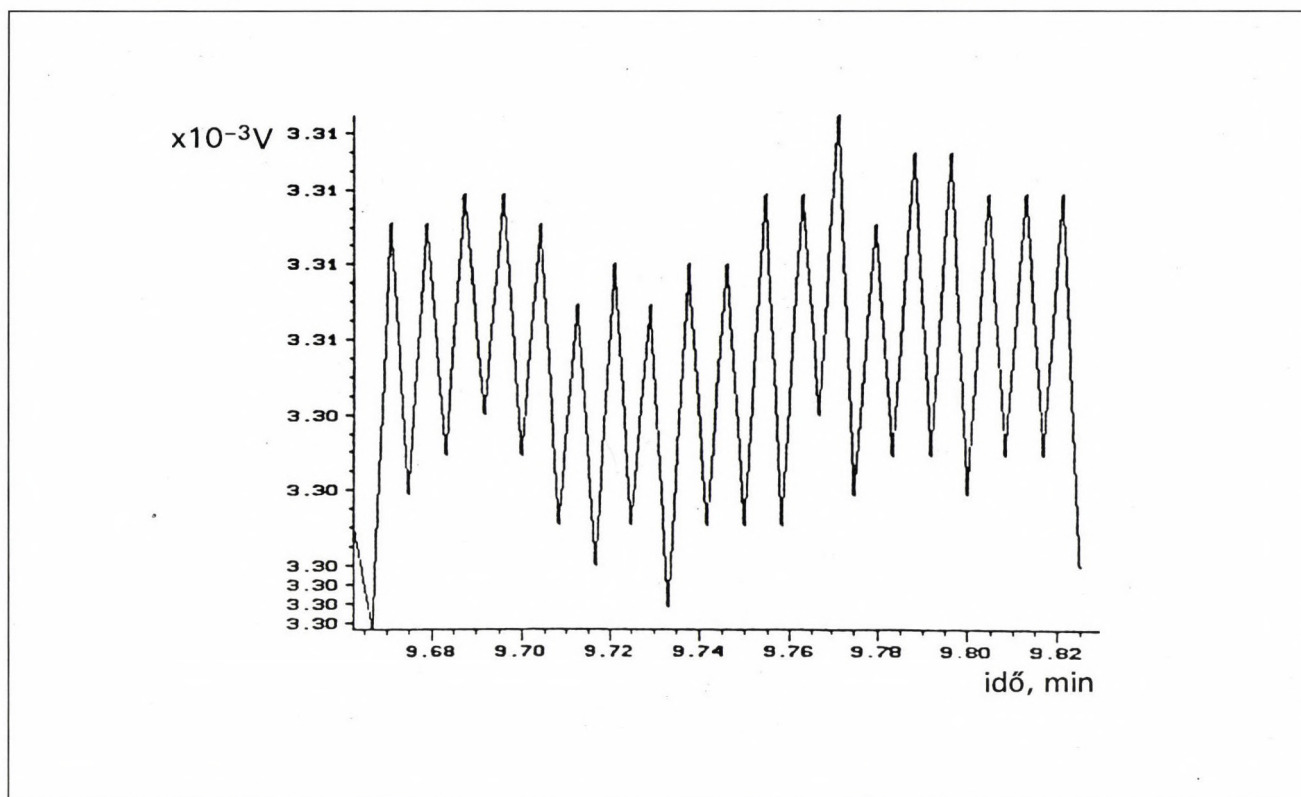
kor a lamináris áramlás következtében parabolikus áramlási profil alakul ki. Az áramlási sebesség és nyomásesés változására az egyes rétegek között megváltozik a nyíróerő, amely hőmérséklet változást eredményez. A hőmérséklet változás következtében megváltozik a közeg törésmutatója és az eltérő törésmutatójú közegben fény reflektálódik.

Ez a hatás annál nagyobb, minél kevésbé párhuzamosak a cellán áthaladó fénysugarak. A hatás növeli a zajt és ezen keresztül felfelé tolja a kimutatási határt. Az áramlási sebesség és nyomásesés változás együttes hatását a 18. ábrán saját mérési példával illusztráljuk.

zásra kb.  $10^{-4}$  AU abszorbancia-változás jut. Mindez azt jelenti, hogy pl. a gyógyszeriparban kis mennyiségű szennyező komponensek meghatározásakor vagy biokémiai-klinikai gyakorlatban gyógyszermetabolitokat vizsgálva a detektornak termikus egyensúlyban kell lennie az eluenssel. Ellenkező esetben a kimutatási határ növekszik a hőmérséklet-változás okozta zaj miatt.

### Összegzés

Cikkünkben azokkal a hatásokkal foglalkoztunk, amelyek az UV-VIS detektorok műkö-



18. ábra. Áramlási sebesség és nyomásesés változásának hatása a detektor jelre

### Hőmérsékletváltozás hatása a detektor jel-zaj viszonyára

Az UV-VIS detektorokat általában a hőmérséklet változására érzéketlennek tekintik. A modern detektorokra jellemző zajszinteket ( $10^{-5}$  AU) tekintve már a hőmérsékletváltozás is zajforrásként szerepelhet. A hőmérsékletváltozással megváltozik a közeg sűrűsége, amivel a törésmutató változása jár együtt. Az ún. RI-hatás eredményeképpen (lásd a cellageometria hatásáról leírtakat) a jel-zaj viszony változik. Durva becslés szerint  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet-válto-

dését befolyásolják. A bemutatott példák alapján egyértelmű, hogy a detektort csak a folyadékkromatográfiás elválasztási paraméterek ismeretében lehet megítélni. A jó konstrukciójú detektor szükséges, de nem elégséges feltétele annak, hogy egy-egy elválasztási feladatot jól megoldjunk. A nagy érzékenységgel rendelkező detektoroknál, illetve a nagy érzékenységgel végzett mérések esetén a külső körülményekből eredően (hőmérséklet-változás, áramlási sebesség ingadozása stb.) is keletkezik zaj. Ez a jel-zaj viszony csökkenését és a kimutatási határ növekedését okozza.



Terjedelmi okok miatt nem tárgyaltuk a többszörös és diódasoros detektorok működését. Ehhez bővebb elméleti ismertetés szükséges, amely alapján az egyes típusok jól megkülönböztethetők, illetve az egyes típusok összehasonlíthatók. Ezt cikksorozatunk következő részében kívánjuk megtenni.

#### Irodalom

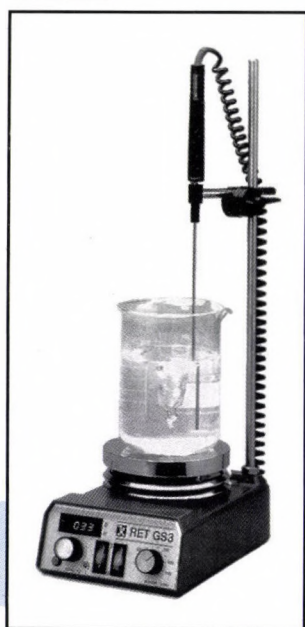
- [1] Fowles, I. A., Scott, R. P. W.: J. Chromatogr., 11, 1 (1963)
- [2] ASTM E 19 No. E 689-79
- [3] Scott, R. P. W. Liquid Chromatography Detectors, Elsevier, Amsterdam, 1986. p. 24.
- [4] „Standard Practice for Testing Fixed-Wavelength

Photometric Detector Used in Liquid Chromatography”, ASTM E 685, 1980 Annual Book of ASTM Standards, Part 42, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1980.

- [5] Wolf, T. G., Fritz, T., Palmer, L. R.: J. Chromatogr. Sci. 19, 387. (1981)
- [6] Sternberg, J. C.: Advances in Chromatography (Ed. Giddings, J. C.; Keller, R. A.) Marcel Dekker, New York, Vol. 2. 1966., p. 205.
- [7] Vandenhoeve, F. A.; Anal. Chem. 35, 1193 (1963).
- [8] Fekete J., Morovján Gy., Szepesi I., Ratkai T.: A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia analitikai alkalmazása I. Eluens szállítók; Műszerügyi és Mérőtechnikai Közlemények 28. évfolyam, 51. szám, 1992., 27.
- [9] Grum, F.; Becherer, R. I.: Optical Radiation Measurements, Vol. 1., New York, Academic, 1979.
- [10] Booker, C.: Anal. Chem. 43, 1095 (1971).



**IKA-LABORTECHNIK · STAUFEN**  
**IKA-ANALYSENTECHNIK · HEITERSHEIM**



Szíves figyelmükbe ajánljuk a  
következő laboratóriumi készülékeket:

- mágneses keverők
- homogenizáló készülékek
- örlőmalmok
- fűtő, temperálókészülékek
- víz desztillálók
- laborreaktorok
- kaloriméterek
- száloptikás fotométer
- keverőmotorok
- rázógépek
- gyúró készülékek
- perisztaltikus szivattyúk
- rotációs desztillálók
- vizkozitásmérők
- elektrolizáló készülékek
- nitrogén analizátor

Magyarországi szervíz és forgalmazás:

**SENSELEKTRO KFT.** Levélcím: 1064 Budapest, Vörösmarty u. 33.  
Iroda: 1121 Budapest, Irhásárok u. 56/A. Tel: 166-1326 Fax: 142-7982

**VÁRJUK ÉRDEKLŐDÉSÜKET, MEGRENDELÉSEIKET.**

Kérésükre részletes ismertetőt küldünk. Fizetés: átutalással, forinttal.





# Tisztelt Olvasó!



## Bemutatjuk a **Biokémiai Labor-Szervíz Kft-t.**

10 éve alapított cégünk  
működési filozófiája:

- üzleti korrektség,
- magasszintű szakmai elhivatottság és szakértelem,
- hosszútávú felelősség tudat.

### Tevékenységi körünk:

kutatás-fejlesztés, egyedi- és sorozatgyártás, külkereskedelem, képviselet és mindez a Biokémiai, Biotechnológiai és Nukleáris berendezések vonatkozásában.

### Termékeink:

- DNS szaporító (PCR),
- programozható hibernáló,
- sejt- és embriófúziós készülék,
- CO<sub>2</sub> inkubátorok (8/70/140 l),
- bakteriológiai termosztátok (8/70/140 l),
- nagyteljesítményű gamma besugárzó.

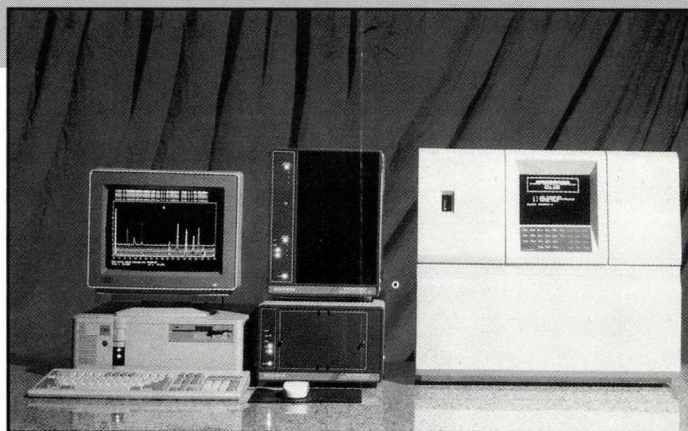
A Biokémiai Labor-Szervíz Kft. mint a

# BECKMAN

**BSG** magyarországi exkluzív képviselete.

### Termékek:

- spektrofotométerek,
- centrifugák,
- folyadék szcintillációs számlálók,
- HPLC,
- kapillárelektroforézis,
- laboratóriumi robot,
- aminosav analízátor,
- pH mérők,
- Protein sequencer



Cím: 1165 Budapest, Zsélyi Aladár u. 31. Tel.: (1) 271-2896 Tel./fax: (1) 271-2602 Telex: 227608





Az ALEX Kft. a mérnöki, kereskedelmi és szervíz szolgáltatások komplex körét adja a vegyipari és klinikai kémiai laboratóriumok szakemberei számára. Felsőfokú képzettséggel és nagy szakmai gyakorlattal rendelkező munkatársai nyújtanak segítséget adott mérési feladatok megoldására alkalmas mérőműszer kiválasztásában, felvonultatva a világ vezető műszergyártó cégeinek termékeit.

Érdeklődőink mintatermi bemutatás, helyszíni mérés, vagy a gyártó laboratóriumába küldött minták vizsgálatával kaphatnak biztos döntési alapot a megfelelő típus kiválasztásához.

Az alkalmazási területek és gyártók alábbi széles választékát kínáljuk Önöknek:

### ÁLTALÁNOS LABORTECHNIKA

AND (JAPAN) * precíziós mérlegek	1.
BRANSON (USA) * ultrahangos tisztítókádak	2.
BROOKFIELD (USA) * rotációs viszkoziméterek	3.
COLE-PALMER (USA) * laboratóriumi eszközök	4.
FINN-AQUA (GERMANY) * liofilizálók	5.
HIAC / ROYCO (USA) * részecskeszámlálók és analízátorok	6.
KURT. J. LESKER (USA) * nagyvákuumtechnika	7.
LASENTEC (USA) * szemcseeloszlásmérők	8.
MANOSTAT (USA) * perisztaltikus pumpák	9.
SCIENCEWARE (USA) * precíz laboreszközök	10.

### VEGYIPARI FOLYAMATOK ELLENŐRZÉSE

BETTER-METHODS (USA) * színmérés	11.
BYK-GARDNER (GERMANY) * szín- és rétegvizsgálatok	12.
ELCOMETER (HOLLAND) * bevonatok vizsgálata	13.
MICROFLUIDISER (USA) * emulziók vizsgálata	14.

### KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRÉSTECHNIKA

HACH (USA) * teljes vízanalitika	15.
pHOx (UK) * laboratóriumi és ipari vízanalitika	16.
MICROMERITICS (USA) * porok jellemzése	17.
HIAC/ROYCO (USA) * porszenyezettség-mérés	18.
COULTER (UK) * szemcseanalízis	19.
NUCLEAR CONSULTING (USA) * szűrők vizsgálata	20.

**FELHÍVJUK szíves figyelmét, hogy egyes műszerekre és készülékekre megbeszélés szerinti árkedvezményt biztosítunk.**

Kérjük, jelölje meg az alábbi szelvényen, hogy mely gyártók termékeiről nyújthatunk részletesebb információt és szíveskedjék címünkre a 156-0096 telefaxon eljuttatni.

ALEX Kft. 1125 Budapest, Szamóca u. 9. Telefon: 156-2018

Információt kérek az alábbi gyártók termékeiről: (1-20)

Terméktájékoztatót: \_\_\_\_\_

Konzultációt: \_\_\_\_\_

Műszerbemutatót: \_\_\_\_\_

Név: \_\_\_\_\_

Beosztás: \_\_\_\_\_ Tel./fax: \_\_\_\_\_

Munkahely: \_\_\_\_\_

Címe: \_\_\_\_\_



# Analytical Hitachi Scientific Instruments

Look through the window of opportunity and see the outstanding range of spectrophotometers from Hitachi. Precision optics, durable hardware, comprehensive Windows™ based software and over thirty years experience are combined to produce instruments with the quality and reliability

necessary to carry the Hitachi name. But we don't just sell atomic absorption, UV/Visible/NIR or fluorescence instruments. We listen to your needs. Routine analysis? Trace element determination? High sample throughput? These are some of the questions we'll ask before we suggest the

optimum solution to your problem. And all of the applications, hardware and software expertise is available from a single supplier. Contact us to discover the full potential of the Hitachi range. Simplify the choice of your next spectrophotometer, come...

## Windows™ shopping...



### ...with Hitachi

Hitachi Scientific Instruments

AURO-SCIENCE CONSULTING KFT.  
1300 Budapest, Pf.234.  
Telefon:168-8401,188-9264,188-9703  
Telefax:188-9508  
Üzenetrögzítő:173-0166

**HITACHI**  
Scientific Instruments

Windows™ is a registered trademark of the Microsoft Corporation



# SENSYTRI

1037 Budapest, Remete köz 21. Tel.: 167-2165 Fax: 187-2195

**KEDVEZŐ  
ÁRFEKVÉSŰ  
KLIMATECHNIKAI ÉS  
KÖRNYEZETVÉDELMI  
KÉZI ÉS PANEL  
MŰSZEREK**

**Páratartalommérő: 15.000 Ft-tól**

25-90/rel.nedv., min-max értéktárolás

**Turbinás és fűtőtszálás 18.000 Ft-tól**

**szélesebségmérő: 0,1 m/s - 50 m/s**

**Hordozható mélységmérő fúrt kutak**

**és természetes vizek felszín és fenék**

**mélységének mérésére: 200 m-ig**

**Vízvezetőképességmérő és távadó**

200 m vízmélységig

**Kézi hőmérők és nyomásmérők**

*SIMKON*



*SHIMADZU*

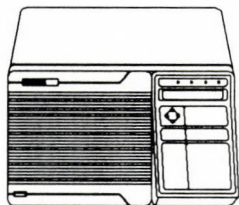
**A Shimadzu analitikai műszerek teljes köre:**

- spektrofotométerek UV/VIS/IR tartományban
- Fourier transzformációs IR spektrofotométer
- spektrofluorofotométer
- atomabszorpciós spektrofotométer
- gázkromatográf
- nagynyomású folyadékkromatográf (analitikai és preparatív)
- ionkromatográf
- denzitométer
- izotachoforézis analízátor
- teljes szerves karbon analízátor (TOC)
- szemcseméret analízátor 0,02–150 mikron tartományban
- NOx analízátor
- termikus analízátorok

**SHIMADZU MAGYARORSZÁGI KÉPVISELETE ÉS SZERVIZE A SIMKON KFT.,  
1032 BUDAPEST, GYENES U. 5. TELEFON/FAX: 188-9450, TELEFON: 188-7842**

A Simkon látja el a teljes magyar vevőszolgálatot, beleértve ebbe a szaktanácsadást,  
a garanciális és garancián túli javítást, karbantartást, és a vevő kívánsága esetén a behozatalt.

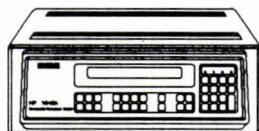




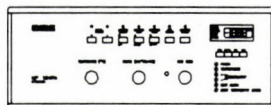
1050 többhullámhosszú UV/VIS detektor  
automatikus csúcs tisztaság vizsgálat  
optimális detektálási hullámhossz



1050 változtatható hullámhosszú detektor  
nagy érzékenység, alacsony zajszint



1046A programozható fluoreszcenciás detektor  
a legnagyobb érzékenység és szelektivitás



1047A refraktív index detektor  
univerzális HPLC detektor

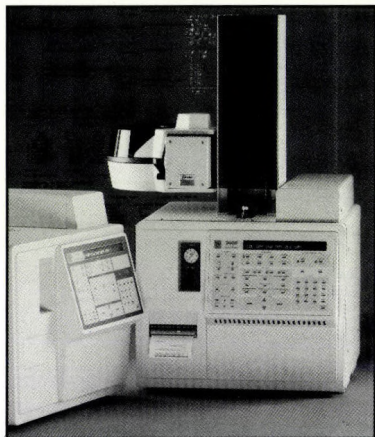




## CAS GHROMATOGRAPHS

### GC 3300 and GC Star 3400

- Compatible with packed and/or capillary columns
- Injectors and detectors for every application
- Performance-leading detectors
- State-of-the art, proven, reliable
- Many options for data handling
- GC STAR 3400 has full automation capability with workstation control
- Aids Good Laboratory Practices (GLP) compliance



*Varian's 3300  
and  
3400 Gas  
Chromatographs*

### GC Star 3600

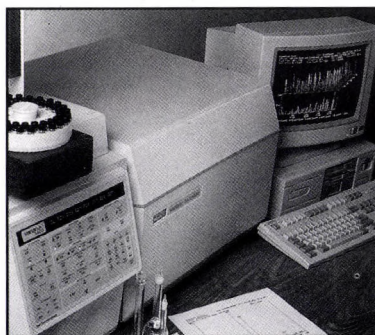
- Largest oven
- Most flexible GC for methods development
- Dual automation capability
- Outstanding for multi-column applications
- Carrier gas flow and pressure readouts
- Full automation capability with workstation control
- Aids Good Laboratory Practices (GLP) compliance

## GAS CHROMATOGRAPH/ MASS SPECTROMETERS

### Saturn® II

*Most sensitive benchtop GC/MS*

- Ion trap mass spectrometer for simultaneous high scan speed/high sensitivity operation
- Fastest, easiest conversion between EI and CI
- Single point, workstation control
- Split/splitless and on-column injection
- Range of spectral libraries
- Powerful Procedure Language for customization
- Saturn Air for most automated trace air analyses



*Saturn II  
GC/MS*

## LIQUID CHROMATOGRAPHS

### LC Star

- An integrated system of PC workstation-controlled, high performance modules
- Based on 25 years continuous involvement in high performance liquid chromatography
- Fully flexible with a variety of configurations
- Unique pump requires no helium sparging or vacuum degassing
- Best diode array detector software, with multicomponent analysis capability
- Aids Good Laboratory Practice (GLP) compliance

### Liquid Chromatography Modules

- All Varian liquid chromatography modules are also programmable for operation without a workstation controller
- 9001 isocratic pump, 9010 Gradient pump
- 9050 programmable ultraviolet visible detector
- 9070 programmable/scanning fluorescence detector
- RI-4 refractive index detector
- 9100 programmable AutoSampler, with refrigeration option
- Marathon AutoSampler for routine applications
- Column ovens
- Post column reaction systems for carbamate analysis



*LC Star*

## SAMPLING DEVICES FOR GC AND GC/MS

### 8200 AutoSampler

- Fully programmable
- Unique sandwich injection for best quantitative results
- Handles volatile, viscous, neat, and other demanding sample types
- No sample carryover

### Genesis Headspace AutoSampler

- 12- or 50-sample capacity
- High-temperature capability
- Uniform heating time for each sample
- Sample mixing for best speed and reproducibility
- Method optimizations mode

### Tekmar Purge and Trap

- Most sensitive sample preparation for volatiles in liquids and solids
- Compatible with U.S. Environmental Protection Agency (EPA) methodologies
- Range of autosamplers available



# HPLC SYSTEMS

## SYSTEMS FOR ANALYTICAL AND PREP HPLC

Isco modular HPLC systems offer high-quality instruments with more features, more flexibility, and less cost than other basic systems. You can change easily between analytical and preparative flow rates. Use manual or computer-based system control. Inject samples manually or automatically. And choose from a wide range of columns to solve virtually any separation problem.

## INERT, BIOCOMPATIBLE SYSTEMS

- Avoid potential corrosion or denaturation problems.
- Get superior results with medium-pressure columns for fast protein LC as well as Isco HPLC and Pro-Team LC™ columns.

*Modular flexibility and expert technical support make it easy to get the HPLC system capabilities you need. Shown here is a dual-pump gradient system with ChemResearch controller.*

## UPGRADEABLE ISOCRATIC SYSTEMS

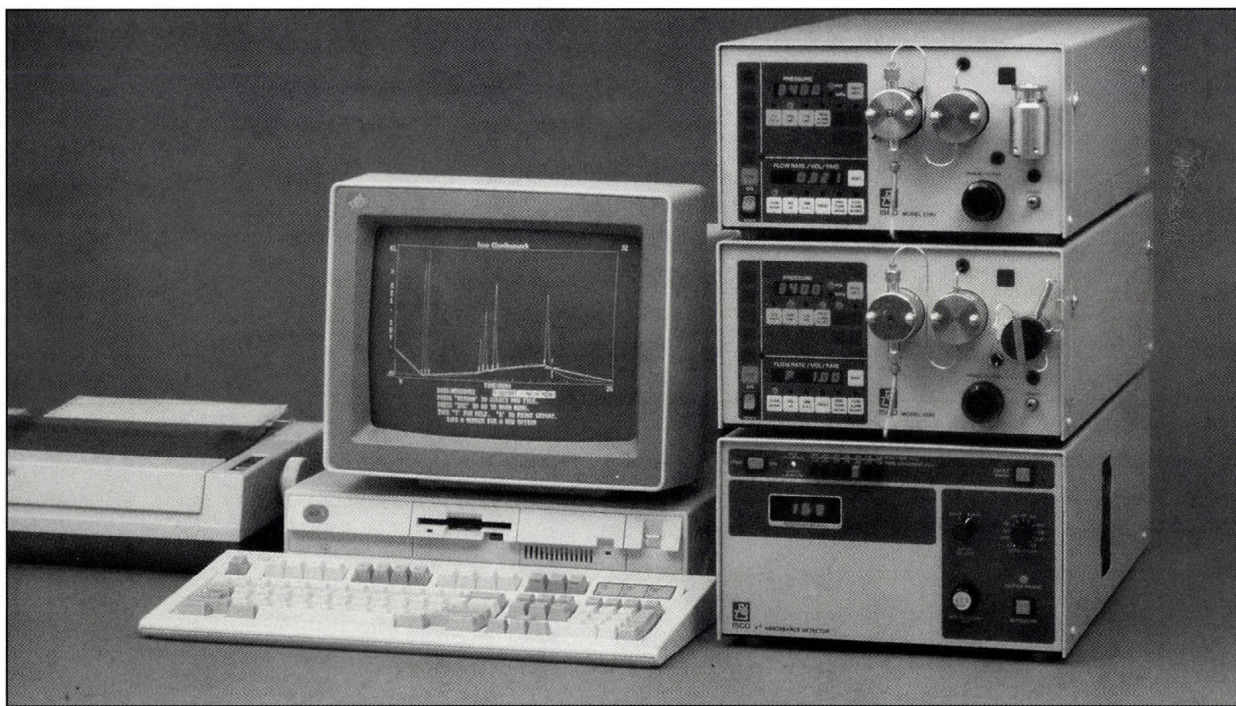
- Combine just two stackable modules for a complete chromatograph with built-in recorder, injection valve, and column compartment.
- Choose from fixed or variable wavelength absorbance; fluorescence; and refractive index detection.
- Add modules and capabilities as required.

## GRADIENT SYSTEMS

- Low-maintenance single-pump systems give you easy programming and economical three-solvent capability-without sparging.
- Dual-pump solvent delivery provides semi-micro to prep flow rates in a single system.

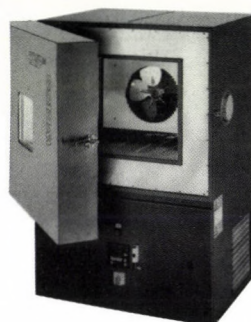
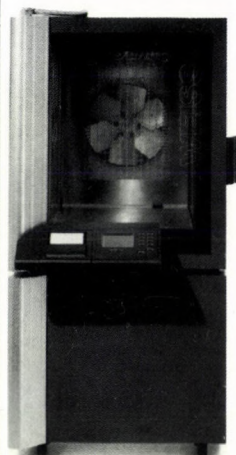
## HPLC AUTOMATION

- Automate injections from 1 µl up to 10 ml on any HPLC system.
- Program prep HPLC collection from repetitive injections-get the peaks you need with maximum purity and minimum glassware usage.



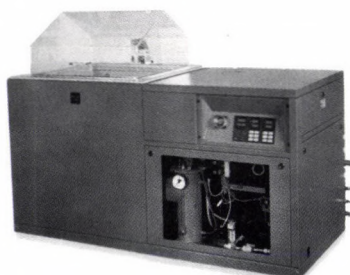
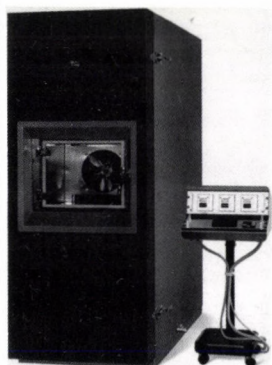


# Kompromisszum nélküli minőségvizsgálat: a környezeti befolyásokat kiszámíthatóvá tesszük



## Hideg-meleg klímasekrények SB 1/SB 11 Hideg-meleg vizsgálószekrények DU 11/KWP

Ezekkel az anyagvizsgáló klímasekrényekkel a környezeti hatások szimulálását még variálhatóbbá, komfortosabbá és hatásosabbá tehetjük:  
Vizsgálótér: ..... 64 l...1.500 l  
Hőmérséklettartomány: ..... -75...+180 °C  
Páratartalom (relatív): ..... 10...98%



## Kettős sokkvizsgáló-szekrény

3 vizsgálótér – 2 hőmérsékletzóna  
Vizsgálókosár mérete: ..... 2x100 l  
Melegkamra: ..... +70...+220 °C  
Hidegkamra: környezeti hőmérséklettől...-80 °C

## Sópermet – vizsgálókamrák

3 vizsgálótér méret: ..... 450 l – 1000 l – 2000 l  
Hőmérséklettartomány: szobahőmérséklettől...55 °C



## INFO – KUPON

Kérem küldjenek ingyenes információt .....  
.....-ról

Cím: .....

osztály/ügyintéző: .....

### WEISS Umwelttechnik GmbH

Simulationsanlagen-Messtechnik  
D-6301 Reiskirchen 3 (Lindenstruth) Tel: (0 64 08) 84-0  
Fax: (0 64 08) 84-341 Teletex: 2627-6408910-wtr Telex: 17-6408910wtrd



### Budamechanika Kft.

1112 Budapest  
Hegytető u. 11.  
Tel/fax: 185-0077



# A valódi hőmérséklet meghatározása érintésmentes mérésnél

KARNER MIKLÓS\*

Előző cikkünk [1] áttekintést adott az érintésmentes hőmérsékletmérés napjainkban tapasztalható fejlődéséről, új műszerkonstrukciókról és mérési elvekről. Röviden szóltunk a pirométerek alkalmazástechnikai kérdéseiről, a megfelelő pirométerek megválasztásáról.

Az alábbi írás célja néhány olyan módszer ismertetése, amely a mérést zavaró külső körülmények kiküszöbölésével vagy számításba vételével lehetővé teszi a mérendő tárgy valódi hőmérsékletének meghatározását.

Előljáróban emlékeztetünk néhány fogalomra, amely a nemzetközi és a magyar terminológiában használatos.

- **Valódi hőmérséklet:** a testek termodinamikai hőmérséklete (a jelző nélküli hőmérséklet), jele  $T$ . Ezt mutatják a mérendő testtel teljes hőcsatolású termikus egyensúlyban lévő érintkezéses hőmérők.
- **Fekete hőmérséklet:** annak a fekete sugárzónak a (valódi) hőmérséklete, amelyre a pirométer ugyanakkora kimenőjelet ad, mint a mérendő (nem fekete) testre irányozva. Jele  $T_s$ . A fekete és a valódi hőmérséklet közötti kapcsolatot az emissziós tényező jellemzi.
- **Színhőmérséklet:** annak a fekete sugárzónak a hőmérséklete, amelyen a sugárzás színe megegyezik a fekete sugárzó színével.

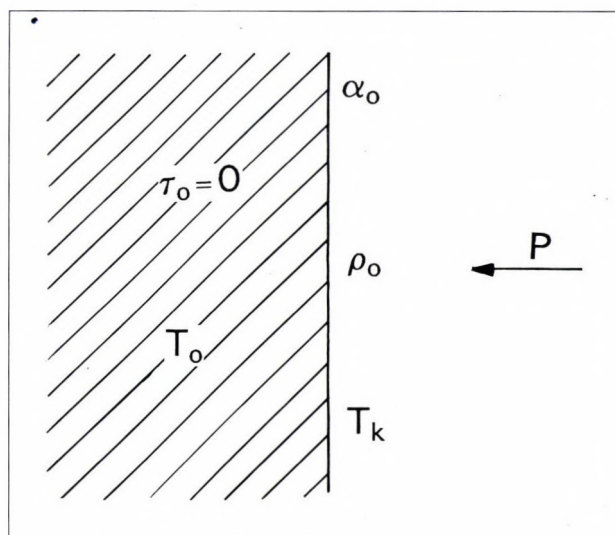
## A mérendő testek mint hőmérsékleti sugárzók

A műszaki gyakorlatban előforduló testek az alábbi három sugárzó alaptípust képviselik, illetve ezekre felbonthatók.

### Sík felületű sugárzó

A pirométer érzékelési hullámhossz tartományában átlátszatlan, közelítőleg sík felületű, diffúz reflektor. Hőmérséklete  $T_o$ , transzmissziós tényezője  $\tau_o$ , abszorpciós tényezője  $\alpha_o$ , reflexiós tényezője  $\rho_o$ , a környezet hőmérséklete  $T_k$ .

Az  $o$  index az objektumra utal. A viszonyokat az 1. ábra szemlélteti. A pirométer (P) optikai tengelye a felület normálisától kis mértékben tér el. Mivel a test átlátszatlan ( $\tau_o=0$ ), a Kirchhoff-törvény értelmében  $\alpha_o = \epsilon_o$ , így  $\rho_o = 1 - \epsilon_o$ .



1. ábra. A hőmérsékleti sugárzás jellemzőit bemutató elrendezés

A pirométer kimenőjele  $S(T_s)$  két részből tevődik össze: az egyik a test saját hőmérsékleti sugárzásából  $S_o(T_o)$  ( $T_o$  hőmérsékletű fekete testet mérve létrejövő kimenőjel), a másik a környezetnek  $S_k(T_k)$  (a feketének tekintett környezet  $T_k$  hőmérsékletének megfelelő  $S_k$  kimenőjel) a test felületéről visszavert sugárzásból ered:

$$S(T_s) = \epsilon_o \cdot S_o(T_o) + \rho_o \cdot S_k(T_k).$$

Behelyettesítve a  $\rho_o = 1 - \epsilon_o$  összefüggést:

$$S(T_s) = \epsilon_o \cdot (S_o - S_k) + S_k. \quad (1)$$

A pirométer kalibrációs görbéjének és  $\epsilon_o$ -nak ismeretében  $S$ -et és  $T_k$ -t mérve  $T_o$  meghatározható. Például egy termooszlopos osszsugárzási pirométer kalibrációs görbéje jól közelíthető az  $S = AT^B$  hatványfüggvényével, ahol  $B$  értéke 3...8 között van. Ha ezt (1)-be behelyettesítjük,  $T_o$ -t kifejezhetjük:

\*ORSZÁGOS MÉRÉSÜGYI HIVATAL

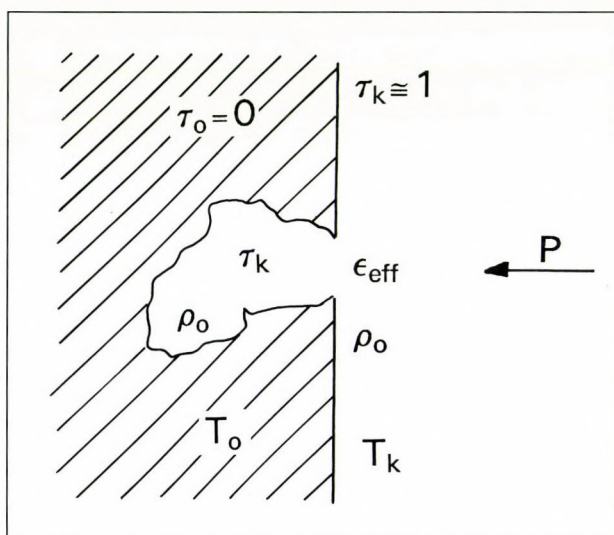


$$T_o = \left\{ \frac{1}{\varepsilon_o} [T_s^B - (1 - \varepsilon_o) T_k^B] \right\}^{1/B}.$$

Az így kapott érték a felület hőmérséklete. A  $T_k$  hőmérséklet a környezetre jellemző sugárzási hőmérséklet. Mérési módszerével a későbbiekben foglalkozunk.

### Üregsugárzó

Az előbbihez hasonlóan átlátszatlan anyagból ( $\tau_o=0$ ) való testben egy üreg található (2. ábra). Az üreg belső felületének reflexiós tényezője megegyezik a külső felületével  $\rho_o$ . Az üreg belsejét ugyanaz a közeg tölti ki, mint a környezetét, például levegő, így a transzmissziós tényező  $\tau_k$  is ugyanaz. Ha a pirométer mérési hullámhosszát jól választjuk meg, akkor  $\tau_k=1$ .



2. ábra. Az üregsugárzás jellemzői

Az üreg nyílásán belépő sugárzás az üreg faláról többszörösen visszaverődve tud csak a nyíláson kilépni, így az üreg az energiáját erősen csökkenti. Ez azt jelenti, hogy az üregre vonatkozó effektív reflexiós tényező  $\rho_{eff}$  jóval kisebb lesz, mint  $\rho_o$ . Ennek következtében az üreg emissziós tényezője  $\varepsilon_{eff}=1-\rho_{eff}$  jóval nagyobb lesz, mint  $\varepsilon_o$ . Ha az (1) egyenletbe  $\varepsilon_o$  helyére  $\varepsilon_{eff}$ -et írunk, megkapjuk az üregre irányított pirométer kimenőjelét:

$$S(T_s) = \varepsilon_{eff} \cdot (S_o - S_k) + S_k. \quad (2)$$

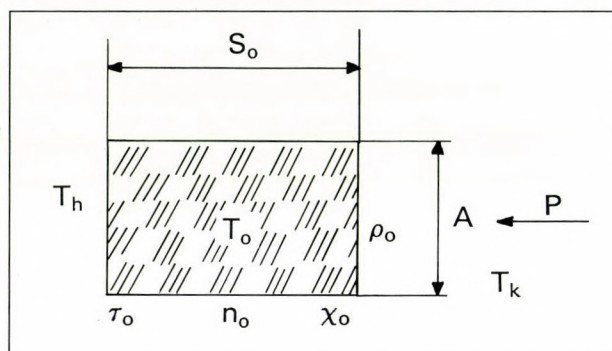
Ha az üreg elég mély és a nyílása kicsiny, akkor a benne létrejövő sokszoros reflexió következtében az effektív emissziós tényezője közel egységnyi lesz:  $\varepsilon_{eff}=1$ , így a (2) egyenletből  $S_k$  kiküszöbölődik és a pirométer kimenőjele a test hőmérsékletének megfelelő lesz:

$$S(T_s) = S_o(T_o).$$

Az így megkapott  $T_o$  valódi hőmérséklet az üreg falának átlagos hőmérséklete, az üreg mélységétől függően a test belső hőmérsékletétől is függ.

### Térfogati sugárzó

Az átlátszó testek felületén kilépő sugárzás nemcsak a felületről származik, hanem a test belsejéből is, esetenként a test teljes térfogatából. Gondoljunk például egy izzó üvegcsépre vagy a gyertya lángjára. Az ilyen testeket térfogati sugárzóknak nevezzük.



3. ábra. A térfogati sugárzás jellemzőit bemutató elrendezés

Tekintsük a 3. ábrán vázolt  $S_o$  vastagságú,  $A$  keresztmetszetű átlátszó testet, amelynek hőmérséklete  $T_o$ , reflexiós tényezője  $\rho_o$ , transzmissziós tényezője  $\tau_o$ , törésmutatója  $n_o$ , elnyelési tényezője  $m_o$ , az abszorpciós tényezője pedig  $\kappa_o$ . Az előtér hőmérséklete  $T_k$ , a háttéré  $T_h$ . A transzmissziós tényező az anyag optikai jellemzőiből kiszámítható, a reflexiós tényező úgyszintén [2]:

$$\tau_o = (1 - \rho_o)^2 \cdot e^{-m_o S_o}, \quad (3)$$

ahol  $m_o = 4\pi \kappa_o / \lambda_o$   $\lambda_o$  a hullámhossz az anyagban,

$\lambda_o = \lambda_v / n_o$   $\lambda_v$  a hullámhossz vákuumban,

$$\rho_o = \left( \frac{n_o - 1}{n_o + 1} \right)^2. \quad (4)$$

Nézzük meg néhány anyag jellemzőit  $\lambda_v=4\mu\text{m}$  környezetében:

	n	$\kappa_o$	$\rho$	$\left( \frac{\text{m}}{\text{mm}^{-1}} \right) (S_{0,01})$	$(\text{mm})$
víz	1,3	$2 \cdot 10^{-2}$	0,02	95	0,05
üveg	1,5	$10^{-5}$	0,04	0,63	7,3
PVC				2,8	1,6
polisztirol				2,3	2,0



Ha a néhány százaléknyi reflexiótól eltekintünk,  $\rho_0 \approx 0$ ,  $(1-\rho_0)^2 \approx 1$  a (3) egyenlet közelítőleg

$$\tau_0 = e^{-m_0 \cdot S_0}. \quad (5)$$

Ha  $\rho_0=0$ , akkor  $\tau_0 + \alpha_0 = 1$ , vagyis  $\alpha_0 = 1 - \tau_0$  és

$$\varepsilon_0 = \alpha_0 = 1 - e^{-m_0 \cdot S_0}. \quad (6)$$

Így a térfogathoz egyetlen abszorpció tényezőt, illetve emissziós tényezőt rendelhetünk hozzá.

Ha a térfogat ( $V=A \cdot s_0$ ) egységesen  $T_0$  hőmérsékletű, akkor a pirométer kimenőjele:

$$S(T_s) = \varepsilon_0 \cdot S_0(T_0) + \rho_0 \cdot S_k(T_k) + \tau_0 \cdot \varepsilon_h \cdot S_h(T_h), \quad (7)$$

ahol az utolsó tag a háttérből a tárgyon átjutó sugárzásból adódik. (5) és (6) behelyettesítésével

$$S(T_s) = (1 - e^{-m_0 S_0}) \cdot S_0(T_0) + \varepsilon_h \cdot e^{-m_0 S_0} \cdot S_h(T_h). \quad (8)$$

Mérve a fekete hőmérsékletet, valamint a háttérsugárzást, a jelleggörbe ismeretében a  $T_0$  meghatározható.

Ha az előbb említett anyagok jellemzőit figyelembe vesszük, azt tapasztaljuk, hogy csak nagyon vékony rétegben tekinthetjük őket „átlátszóknak”. Ha kiszámítjuk a  $\tau_0 = 1\%$ -ához tartozó rétegvastagságokat,  $s_{0,01}$ -et, a táblázat utolsó oszlopában álló számokat kapjuk. Eszerint a víz már 0,05 mm vastagságon túl, az üveg 7,3 mm-en túl gyakorlatilag átlátszatlan (4  $\mu\text{m}$ -nél!), a mélyebb rétegek és a háttér sugárzása nem jelenik meg, így

$$S(T_s) = S_0(T_0). \quad (9)$$

Ez azt jelenti, hogy fekete sugárzóként viselkedik, és a mérhető  $T_0$  hőmérséklet kvázi felületi vagy inkább felületi-réteg hőmérséklet. Ezt a rétegvastagságot domináns rétegvastagságnak is nevezhetjük. A mélyebb rétegek hőmérséklete akkor tudunk következtetni, ha a domináns rétegvastagságot változtatjuk. Mivel az  $m_0$  elnyelési együttható a hullámhossz függvényében változik, a különböző hullámhosszokon való mérés különböző domináns rétegvastagságot eredményez (pl. üvegnél 2  $\mu\text{m}$ -nél 65 mm), így különböző hőmérsékletet kapunk, amiből következtethetünk az anyag belsejében lévő hőmérsékleteloszlásra. A műszaki gyakorlatban fontos térfogati sugárzók a lángok, a plazma, amelyek szintén érintésmentesen mérhetők, de ezek tárgyalása meghaladja e cikk kereteit.

## Az emissziós tényező meghatározása

A fentiekben tárgyalt esetekből láthatjuk, hogy a valódi hőmérséklet meghatározáshoz szükség van az effektív emissziós tényező ismeretére. Egy korszerű pirométer (digitális jelfeldolgozós, mikroprocesszoros vezérlés stb.) prospektusából idézünk egy mondatot: „Csupán az emissziós tényezőt kell megbecsülnie, aztán beirányozni, megnyomni a gombot és leolvasni. A többi mind elvégzi a pirométer automatikusan, a legnagyobb pontossággal.”

A „többi” a valódi hőmérséklet pillanatértékének, illetve maximális és átlagértékének, vagy eltéréseinek kiszámítását és kijelzését jelenti. Mindent elvégez a pirométer, de az emissziós tényezőt meg kell adni. De honnan? A kézikönyvek, táblázatok adatai csak tájékoztató értékek, mivel az emissziós tényező sok paramétertől függ: az anyagtól, a felületi minőségtől (érdesség), az oxidrétegtől, a mérés hullámhosszától, az érzékelési sáv szélességétől, a hőmérséklettől, az irányzási szögtől stb. Jellemző, hogy például az acélra egy részletes táblázat 40 emissziós tényező adatot tartalmaz 0,05 és 0,98 között. A legbiztosabb megoldás, ha az emissziós tényezőt magával a használandó pirométerrel mérjük meg. Szükségünk van a pirométer által mutatott fekete hőmérsékletre és a tárgy valódi hőmérsékletére.

### Érintkezéssel mérővel

A valódi hőmérsékletet megmérhetjük érintkezéssel mérővel. A feladat: a pirométerrel beirányzott tárgy felületi hőmérsékletének mérése. A szakirodalomban [3] erre különböző módszerek vannak. Acél tárgy esetén legjobb a felhegesztett NiCr-Ni hőelemek használata. Az (1) egyenletből  $\varepsilon_0$  kifejezhető, mivel  $T_0$ -t hőelemmel,  $T_s$ -et a pirométerrel,  $T_k$ -t a környezet hőmérsékletével (lásd később) mérjük.

$$\varepsilon_0 = \frac{S(T_s) - S_k(T_k)}{S_0(T_0) - S_k(T_k)}. \quad (10)$$

Példaképpen most az előző cikkünkben [1] ismertetett spektropirométerrel mérjük a fekete hőmérsékletet  $T_s$ -t.

A keskenysávú spektropirométereket magas hőmérsékleten használjuk, ahol a környezet sugárzása elhanyagolhatóan kicsiny, így  $S_k(T_k)=0$ , vagyis a (10) képlet a két jel hányadosára egyszerűsödik. Magas hőmérsékleten a Planck-törvény Wien-szerinti közelítésével számolva:



$$\frac{1}{T_o} = \frac{1}{T_s} + \frac{1}{C_2} \ln \cdot \varepsilon_o(\lambda, T_o), \quad (11)$$

ahol  $\lambda$  a mérés hullámhossza,

$c_2 = 1,4388 \cdot 10^{-2} \text{ m.K}$  a 2. Planck-konstans.

$\varepsilon_o$ -t kifejezve:

$$\varepsilon_o(\lambda, T_o) = \exp \frac{C_2(T_s - T_o)}{\lambda \cdot T_s \cdot T_o}. \quad (12)$$

#### Referenciafelület kialakításával

Referenciafelületnek tekinthetjük a mérendő tárgynak azt a felületelemét, amelynek emissziós tényezőjét ismerjük. Ilyen felületet a mérés céljára kell kialakítanunk. Ennek néhány módját mutatjuk be az alábbiakban:

– A legegyszerűbb, az ismert emissziós tényezőjű festékekkel a pirométer mérőfelületénél valamivel nagyobb festékfolt felhordása a vizsgált mintára.

Két mérést végzünk. Az elsőt (eredménye az  $S_1$  kimenőjel) a tárgy felületére irányított pirométerrel:

$$S_1 = \varepsilon_o \cdot S_o(T_o) + \rho_o \cdot S_k(T_k). \quad (13)$$

A másodikat a festékfoltira irányozva:

$$S_2 = \varepsilon_R \cdot S_R(T_R) + \rho_R \cdot S_k(T_k). \quad (14)$$

(Az  $R$  index a referenciára utal.)

A  $T_k$  környezet hőmérsékletet is mérjük, a kalibrációs görbéből  $S_k$ -t kiolvassuk, így a második esetben csak az  $S_R(T_R)$  az ismeretlen, ezt kiszámítjuk:

$$S_R(T_R) = \frac{S_2 - S_k}{\varepsilon_R} + S_k. \quad (15)$$

Mivel a mintát azonos hőmérsékletre hoztuk (izotermáltuk)  $T_o = T_R$ , így  $S_o = S_R$ , valamint figyelembe véve az  $\varepsilon_o = 1 - \rho_o$  összefüggést, a két egyenlet különbségéből a tárgy emissziós tényezőjét kiszámíthatjuk:

$$\varepsilon_o = \varepsilon_R - \frac{S_1 - S_2}{S_R - S_k}. \quad (16)$$

Az eljárás jóval egyszerűbb, ha olyan pirométerrel rendelkezünk, amelynek jól reprodukálhatóan beállítható emissziós tényező állítási lehetősége van. Beállítjuk a festék ismert emissziós tényezőjét, és így megmérjük a valódi hőmérsékletet

a festékfolton. Majd átirányozzuk a pirométert a festetlen felületre és az emissziós tényező állítót addig változtatjuk, amíg a pirométer az előbb kapott valódi hőmérsékletet mutatja. Ekkor az emissziós tényező beállító eszközről leolvassuk a tárgynak megfelelő értékét. A módszer korlátját jelentheti, ha nem találunk jól ismert emissziós tényezőjű festéket, amely a szükséges hőmérsékleten még stabil, nem ég le a felületről. Az amerikai Wahl cég szállít kb. 700 °C-ig hőálló, matt fekete, fújható festéket, amelynek emissziós tényezője 0,95.

– Referenciafelület készíthető úgy is, hogy a vizsgálandó mintában üregsugárzót alakítunk ki. A viszonyok a 2. ábrának felelnek meg, de az üreget szabályos alakúra készítjük, hogy az emissziós tényezőjét a geometriai adataiból kiszámíthassuk.

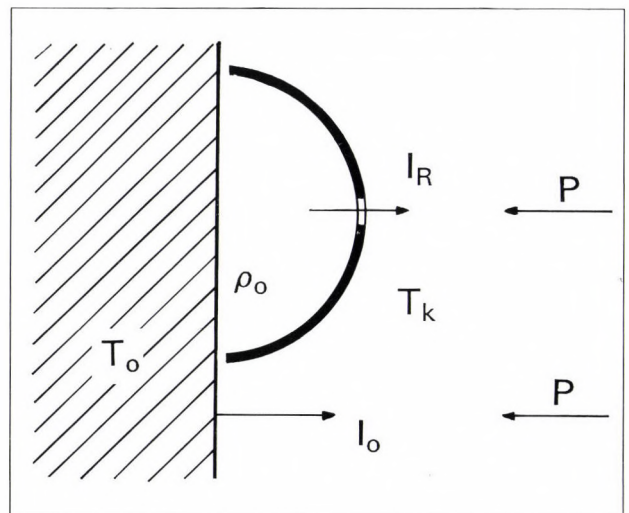
A legegyszerűbb forma a hengeres furat, amelynek mélysége  $l$ , sugara  $r$ . A furat fenekének és falának reflexiós tényezője megegyezik az anyag felszínének reflexiós tényezőjével  $\rho_o$ -val.

Az effektív emissziós tényező az irodalom [4] alapján:

$$\varepsilon_{\text{eff}} = 1 - \frac{\rho_o}{G^2}, \quad (17)$$

ahol a  $G = 1/r$  geometriai tényező. Itt az üreget tekintjük referenciának, így  $\varepsilon_R = \varepsilon_{\text{eff}}$ , és a mérés az előbbiek szerint ( $S_1$  és  $S_2$  mérésével) történik.

Ez esetben is kihasználhatjuk, ha van a pirométerünknek emissziós tényező beállítója, hasonlóképpen mint a festéses módszernél. Itt az üreg számított effektív emissziós tényezőjéből indulunk ki. Ezzel a módszerrel megmérhetjük egy ismeretlen festék emissziós tényezőjét is, ha



4. ábra. Tükörrel letakart felület emissziós jellemzőit bemutató vázlat



egyenletesen befestjük a sík felületet és a furatot is,  $\varepsilon_o$  a festék jellemzője lesz.

– Optikai módszerrel is létesíthetünk referenci felületet. A módszer a pirometriai irodalomban [5] régóta ismert. Ha a mérendő felületet letakarjuk egy homorú gömbtükörrel úgy, hogy a tükör görbületi középpontja a felület-síkjába essen, akkor a tükör leképezi a felületet ugyanoda fordított állásba. Az így létrejött üregben a felületből kilépő sugárzás többszörösen visszaverődve fekete sugárzás lesz. A viszonyokat a 4. ábrán láthatjuk. A tükör optikai tengelyében a pirométer látószögének megfelelő furatot készítünk, hogy a tükörrel lefedett felületet beirányozhassuk.

Az eredeti [5] összefüggést egyszerűsíthetjük, ha a tükör reflexiós tényezőjét 1-nek vesszük és a környezet sugárzásától eltekintünk. Így a nyíláson kilépő sugársűrűség:

$$I_R = I_o \left( 1 + \frac{\rho_o}{1 - \rho_o} \right). \quad (18)$$

Ha a pirométer a sugársűrűséggel arányos jelet ad, tehát  $S_R = k \cdot I_R$ , ill.  $S_o = k \cdot I_o$ , és  $\varepsilon_o = 1 - \rho_o$  akkor  $\varepsilon_o$ -t a két mérésből kiszámíthatjuk:

$$\varepsilon_o = \frac{S_o}{S_R}. \quad (19)$$

Ha a környezet sugárzása számottevő, akkor az (18) összefüggésben  $J_o$  helyett  $(J_o - \rho_o \cdot J_k)$ -t helyettesítjük. Ekkor

$$\varepsilon_o = \frac{S_o - S_k}{S_R - S_k}.$$

A fenti módszerekkel az emissziós tényezőt viszonylag egyszerűen meghatározhatjuk. Az irodalomban más módszereket is találhatunk [5], [6].

### Az emissziós tényező kiküszöbölése

Ha nincs módunk az emissziós tényező meghatározására, vagy nem törekszünk minden esetben a valódi hőmérséklet pontos mérésére, akkor az alábbi módszerek valamelyikével kiküszöbölhetjük az emissziós tényező ismeretlenségéből adódó hibák nagy részét.

Az emissziós tényező meghatározására használt módszerek majd mindegyike használható arra, hogy a tárgy feketesugárzót közelítő sugárzó legyen. Ha például a tárgy egy részét befest-

jük az  $\varepsilon=0,95$ -ös festékkel és ott mérünk, túl nagy hibát nem követünk el. (Táblázatból, diagramból korrekciót alkalmazhatunk.)

Ha találunk a mérendő tárgyon megfelelő furatot, irányítsuk a pirométert a furat fenekére. Így jó közelítéssel a valódi hőmérsékletet kapjuk. Ha nincs furat, akkor készítsünk egy azonos hőtechnikai tulajdonságú próbatestet jól mérhető üreggel és hozzuk a mérendővel termikus egyensúlyba, így következtessünk a valódi hőmérsékletére.

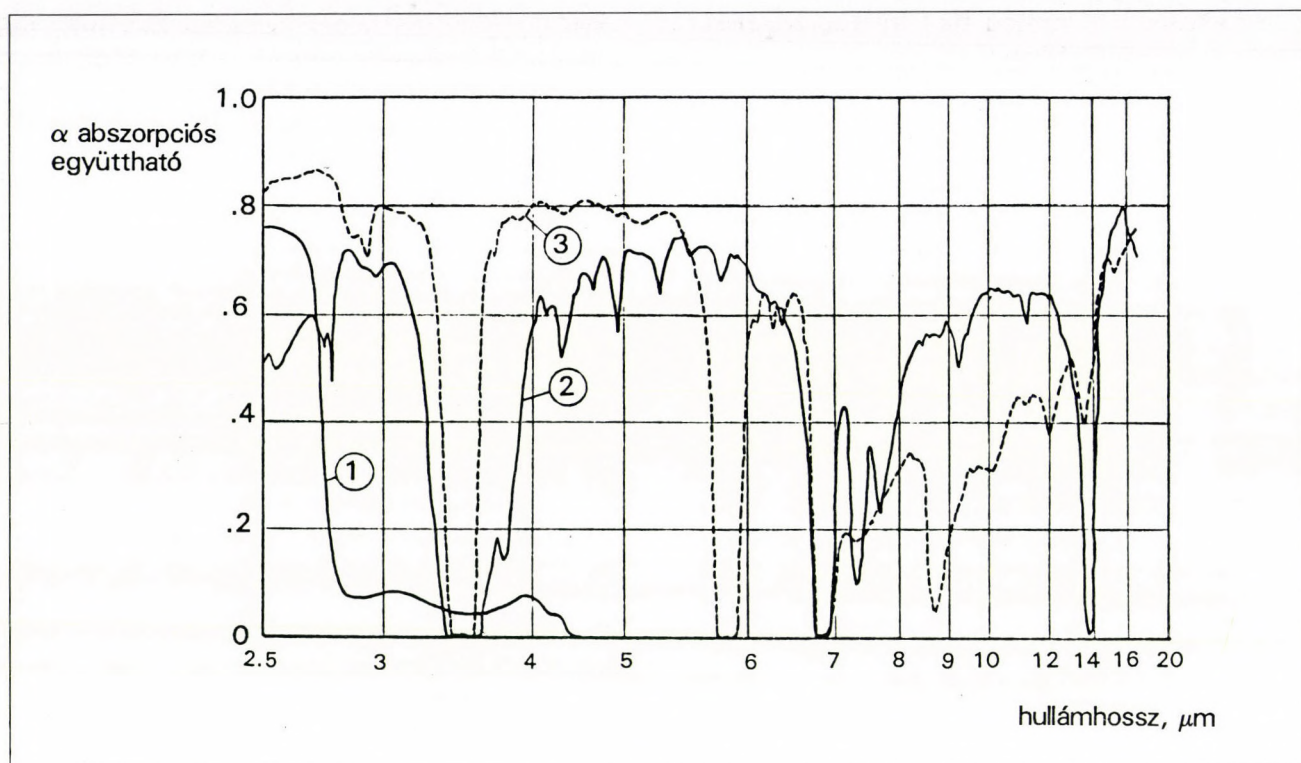
Az előző cikkünkben [1] ismertetett aránymérő pirométerrel is mérhetünk az emissziós tényező ismerete nélkül, mivel a kimenőjele a két hullámhosszon mérhető spektrális emissziós tényező hányadosától függ, ami a hőmérséklettől alig változik (fémek esetében). Az aránymérő pirométer a színhőmérsékletet ( $T_c$ ) mutatja. A színhőmérséklet szürke sugárzók esetében a valódi hőmérsékletnél magasabb. A valódi hőmérséklet a fekete hőmérséklet ( $T_s$ ) és a színhőmérséklet különbségének a felső harmadába esik. Azaz:

$$T_s + \frac{2}{3} (T_c - T_s) < T < T_c.$$

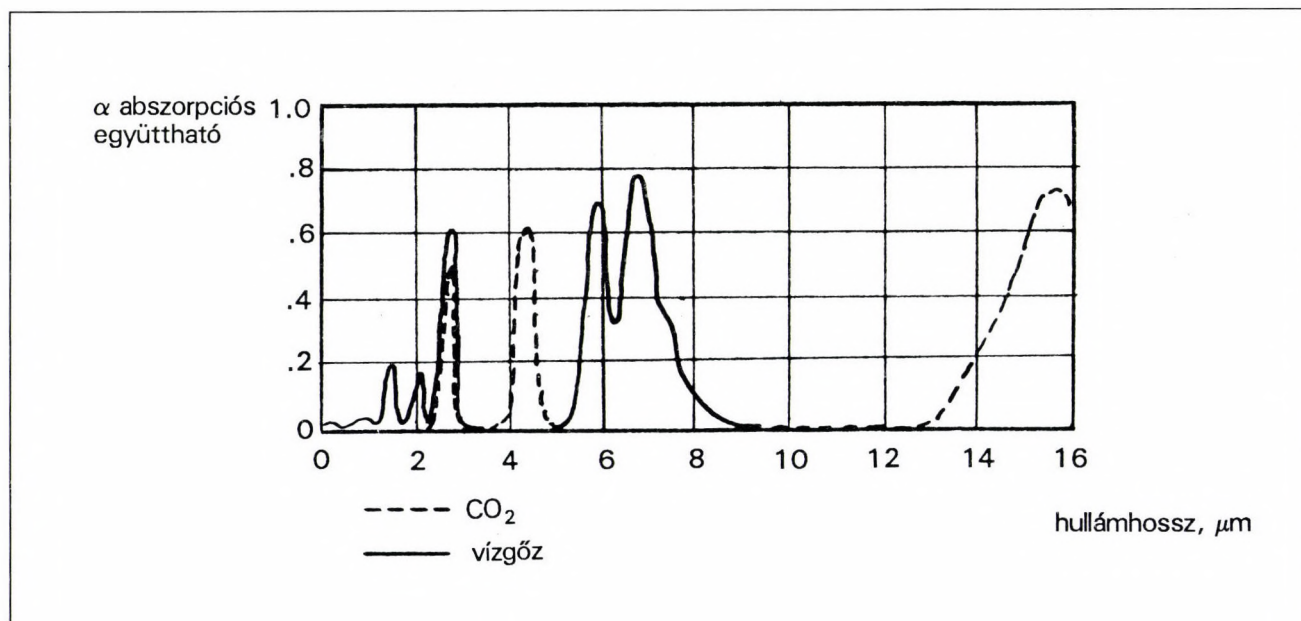
Ha a mérendő tárgy anyaga dielektrikum (térfogati sugárzó), amelynek abszorpciós színeke sávos, akkor használhatunk olyan speciális sávpirométert, amelynek mérési hullámsávja éppen egy abszorpciós sávba esik. Ebben a sávban az abszorpció és az emisszió is maximális, tehát a vastag ( $s > s_{0,01}$ ) tárgyak feketesugárzóként viselkednek. Ilyen speciális pirométereket használunk például műanyagok, ill. üveg felületi vagy réteghőmérsékletének mérésére különböző mérési hullámsávval. Néhány műanyag és üveg spektrális transzmisszió görbéje látható az 5. ábrán. Ennek alapján megválaszthatók a mérési hullámsávok, figyelembe véve a levegő abszorpciós sávjait is. Így választhatunk pirométert műanyagokhoz a 3,4  $\mu\text{m}$  effektív hullámhosszra, üveg felületi hőmérséklet méréséhez 5  $\mu\text{m}$ , felületi réteg méréséhez pedig 3,6  $\mu\text{m}$  effektív hullámhosszra.

Fémek mérésénél is van mód az emissziós tényező hatásának lényeges csökkentésére. Ez a polarizációs pirometria módszere. Több változatot dolgoztak ki. A legegyszerűbb módszer [7] azt a jelenséget használja ki, hogy a sugársűrűség beesési síkkal párhuzamos, elliptikusan polarizált komponense a növekvő kisugárzási szöggel növekszik. Irányozzuk meg a tárgyat polarizációs szűrővel együtt kalibrált spektropirométerrel, a felületet a beesési merőlegestől mért kb. 80° alatt közel feketének tapasztaljuk.





5. ábra. Néhány műanyag és üveg spektrális transzmissziója az infra tartományban  
(1 üveg, 2 polietilén, 3 poliészter)



6. ábra. A széndioxid és a vízgőz abszorpciós sávjai

Például 1400 °C valódi hőmérsékletnél a pirométer csak 14 K-nel mutat kevesebbet acél esetén. Ez az eltérés kb. 0,9-es emissziós ténye-

zőnek felel meg, míg merőlegesen irányozva az emissziós tényező csak 0,4.



## A környezet zavaró hatásának számításba vétele

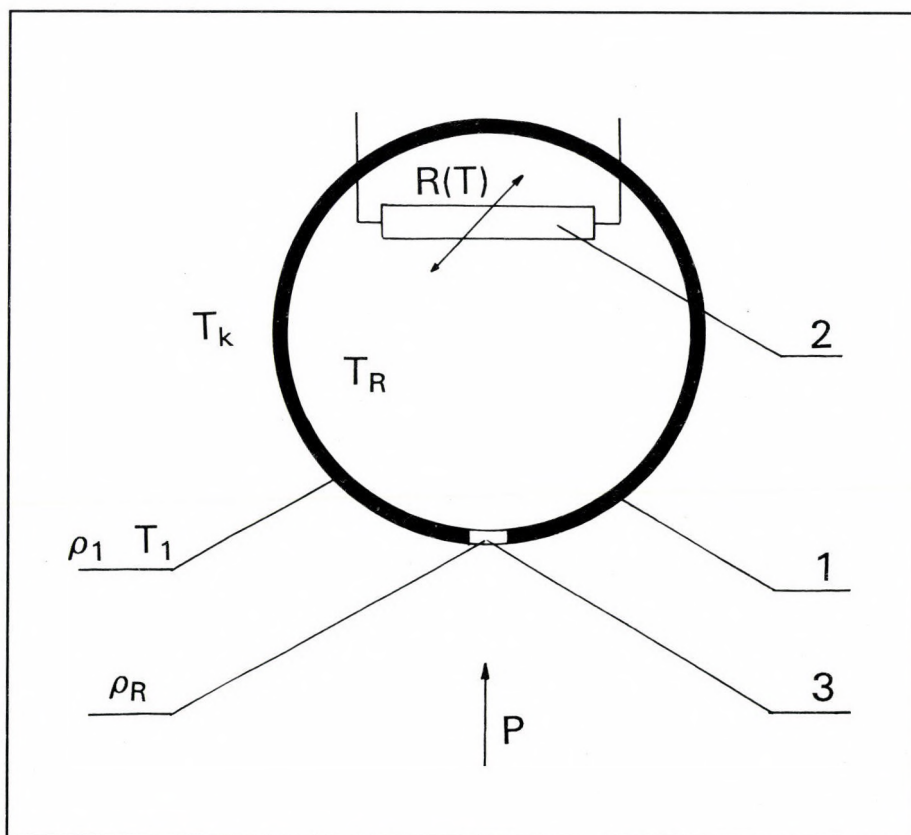
A környezet zavaró hatásai közül most csak az optikai jellegűekkel foglalkozunk, és pedig a mérendő tárgy és a pirométer közötti közeg abszorpciójával, valamint a környezetből érkező és a tárgyról visszaverődő zavaró sugárzással.

Üzemi körülmények között gyakori hibaforrás a közbülső közeg eltérése a kalibrációnál fennállótól. Az eltérő összetételű, szennyezett levegő abszorpciója gyengíti a mérősugárzást, a pirométer kevesebbet mutat. Infra tartományban a levegőben lévő széndioxid és vízgőz sávos elnyelési színekpet mutat. A 6. ábra mutatja a jellegzetes abszorpciós sávokat. Hogy a pirométer kalibrációja ne függjön a tárgy távolságától, az effektív hullámhosszát úgy kell megválasztani, hogy az áteresztési sávba essen. Ezeket a sávokat atmoszférikus ablakoknak nevezzük. Ilyenek az ábráról leolvasható 3...4  $\mu\text{m}$ , 4,5... 5,7  $\mu\text{m}$  és a 8... 14  $\mu\text{m}$ -es sávok. Ha a mérési hullámhossz nem esik atmoszférikus ablakba, akkor a gyengítés, a mérési hiba a széndioxid és a vízgőz koncentrációjától is függ. Ha a légkör összetétele gyakorlatilag állandó értékkel tér el a kalibrá-

ciós értéktől (40 % rel. nedvesség, 0,3 %  $\text{CO}_2$ ), a hibát a pirométerben az emissziós tényező kisebb értékre állításával korrigálhatjuk.

Amásik zavaró tényező a környezetből érkező, a mérendő tárgyról visszaverődő és a pirométerbe jutó sugárzás. Emberi tartózkodásra alkalmas környezetből a magas hőmérsékletű tárgyról visszaverődő sugárzás teljesítménye kicsi a test saját sugárzásához képest, azon kívül hullámhossza messze esik a magashőmérsékletű pirométer érzékelési hullámhosszától, ezért elhanyagolható. Ha a magashőmérsékletű test magashőmérsékletű környezetben van, például kemencében, a valódi hőmérsékletének mérése a furat módszerrel lehetséges, az ismert emissziós tényezőtől pedig meghatározhatjuk a zavaró sugárzást.

Alacsonyhőmérsékletű (a környezethőmérsékletéhez közel eső) testek mérésénél a reflektált sugárzást mindenképpen számításba kell venni, mert a hibaanalízis azt mutatja, hogy a tárgy emissziós tényezőjének csökkenésével a hőmérsékletmérés hibája hiperbolikusan tart a végtelenhez. Ez nyilvánvaló, mivel a pirométerbe érkező sugárzásban a test saját sugárzása egyre kisebb, míg a környezetből visszavert sugárzás egyre nagyobb arányban van jelen. Így egy jó



7. ábra. A környezethőmérő elvi felépítése



reflektorral ( $\rho=1$ ) a környezet hőmérsékletét mérhetjük. Itt a környezetnek mint sugárzónak a hőmérsékletéről van szó, amit sugárzásméréssel lehet meghatározni.

Sugárzásméréssel kombinált környezethőmérőt készítettünk az Országos Mérésügyi Hivatal pirometriai laboratóriumában, főként a termovíziós mérések pontosabbá tétele érdekében. Elvi felépítését a 7. ábra mutatja. A gömb alakú üreg feketített belsejének hőmérsékletét a 2 ellenálláshőmérő érzékeli. Az üreg hőmérsékletének megfelelő fekete sugárzás a 3 nyíláson lép ki. A gömb külső felülete fényesre csiszolt krómozott fém, jól visszaveri a környezetéből érkező infravörös sugárzást. Működését a termovízióval kapcsolatban mutatjuk be. A vizsgálandó tárgy közelében helyezük a termovízió kamerája elé! Állítsunk izotermát az üreg nyílására és külső felületére! A képernyő alján leolvasható izoterma különbséget (szorozva az érzékenységgel) felírhatjuk a hőmérsékletek függvényében, a kalibrációs görbéről leolvasható izotermaszintek és az emissziós ill. reflexiós tényezők segítségével [8]:

$$\Delta i_{IR} = \varepsilon_1 \cdot I_1(T_1) + \rho_1 I_k(T_k) - \varepsilon_R I_R(T_R) - \rho_R I_k(T_k), \quad (20)$$

$\Delta i_{IR}$  a hőképről leolvasható izoterma különbség az 1 és R izoterma között,

$\varepsilon_1$  a külső felület emissziós tényezője,  
 $\rho_1$  a külső felület reflexiós tényezője,  
 $\varepsilon_R$  az üreg effektív emissziós tényezője,  
 $\rho_R$  az üreg effektív reflexiós tényezője,  
 $I_1$  a külső felület  $T_1$  hőmérsékletének megfelelő izotermaszint,  
 $I_R$  az üreg belső  $T_R$  hőmérsékletének megfelelő izotermaszint,  
 $I_k$  a környezet  $T_k$  hőmérsékletének megfelelő izotermaszint.

Amint az eszköz a környezetével egyensúlyba kerül, hőmérséklete kiegyenlítődik,  $T_1 = T_R$  és így  $I_1 = I_R$  lesz. Figyelembe véve még, hogy  $\rho = 1 - \varepsilon$ , a (20) összefüggés a következő alakú lesz:

$$\Delta i_{IR} = (\varepsilon_R - \varepsilon_1) (I_k - I_R). \quad (21)$$

Mivel  $\varepsilon_R = 1$ ,  $\varepsilon_1 = 0$ , és így  $\varepsilon_R - \varepsilon_1 = 1 = 0$ , tehát véges szám.

$$\Delta i_{IR} = 0, \text{ ha } I_k = I_R, \text{ azaz } T_k = T_R.$$

Ez azt jelenti, hogy ha a két izoterma egybeesik, azaz a gömb képen a 3 nyílás képe eltűnik, akkor a 2 hőmérő a környezet sugárzásának megfelelő hőmérsékletet mutatja. Ha a nyílás képe nem tűnik el, akkor a környezet sugárzása eltér a levegő hőmérsékletének megfelelő értéktől, tehát zavaró sugárzás van jelen, amelynek izotermaszintjét a termovízióval meghatározhatjuk. (21)-ből kifejezve:

$$I_k = \frac{\Delta i_{IR}}{\varepsilon_R - \varepsilon_1} + I_R. \quad (22)$$

Az  $I_k$  és  $I_R$  értékeket a vizsgálandó tárgyról felvett izoterma kép értékelésekor felhasználhatjuk. A környezethőmérő nagyon hasznos termovíziós segédeszköz, mert az 1 tükörgömb mint nagylátószögű objektív a féltérnél is nagyobb térszögből érkező minden zavaró sugárzást kimutat. A tónusos infraképen megjelennek a mérendő tárggyal szembeni féltér hőforrásai, amit szabad szemmel nem veszünk észre, és megbecsülhetjük a mérést zavaró hatásukat.

#### Irodalom

- [1] Andor Gy. – Kerner M.: Érintésmentes hőmérséklet-mérés. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 51/1992. 43–48. p.
- [2] Kortüm, G.: Reflexionsspektroskopie. Berlin, Springer, 1969.
- [3] MI 11298 Hőelemes érzékelők és ellenállásos hőérzékelők. Alkalmazási irányelvek
- [4] Quinn, T. J.: Temperature. London, Pr. Academic, 1983.
- [5] Euler, J. – Ludwig, R.: Arbeitsmethoden der optischen Pyrometrie. Karlsruhe, 1960.
- [6] Lieneweg, F.: Handbuch Technische Temperaturmessung. Braunschweig, Vieweg, 1976.
- [7] Pepperhoff, W.: Optische Pyrometrie im polarisierten Licht. *Zeitschrift angew. Physik*, 12/1960/S, 168–71.
- [8] AGA Thermovision System 680/102 B. Operating Manual. Lidingö, Sweden.





C.T.L Components Limited  
Falcon House, 19 Deer Park Road,  
London SW 19 3UX. Tel.: 081-543 0911.  
Telex: 928472. Fax: 081-540 0034.

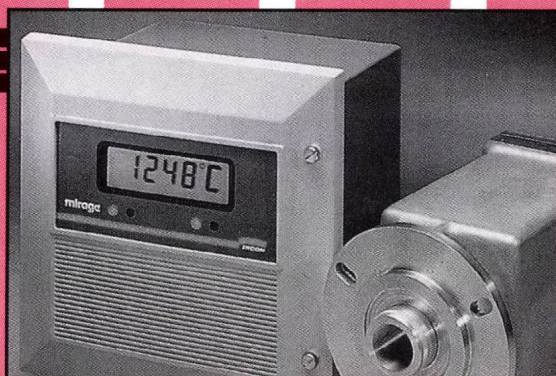
## ÉRINTÉSMENTES HŐMÉRSÉKLETMÉRÉS,

amiről az

# IRCON

Infrared Thermometers

*Mindent tud!*

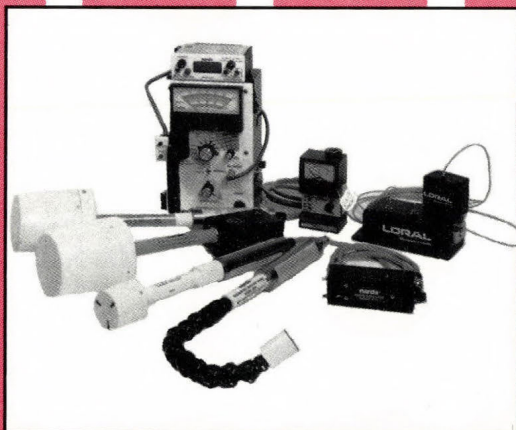


- Széles mérési hőfoktartomány
- Analóg és digitális kimenetek
- Hordozható és ipari kivitel
- Számítógépes adatfeldolgozás
- Kalibrációs rendszerek
- Applikációs leírások



## MIKROHULLÁMŰ

## ESZKÖZÖK



## LORAL

Microwave-Narda

**ELEKTROMOS ÉS MÁGNESES  
TÉRERŐMÉRŐK  
A TELJES SÁVBAN**

- Detektorok
- Osztók
- Csatolók
- Kapcsolók



Képviselet: MGB  
1033 Budapest, Zab u. 1.  
Tel./fax: 167-0180



**CENTROP**



**SERVICE**

RT.

1147 Budapest, Telepes u.4. Tel.: 251-6333 Tlx: 22-4670 Fax: 267-1440

**KÉPVISELET FORGALMAZÁS MÁRKASZERVÍZ**

Tisztelettel ajánljuk Önöknek az általunk képviselt  
alábbi német cégek termékeit

## **TESTOTERM**

MÉRÉS - TÁROLÁS - DOKUMENTÁLÁS - FELDOLGOZÁS

**Elektronikus kézi mérőkészülékek:**

- hőmérséklet
- páratartalom
- légsebesség
- nyomás
- fényerősség
- fordulatszám
- pH-érték méréséhez

**Füstgázelemzők:**

- $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NO_{(x)}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $^{\circ}C$
- huzat/hPa/, kimenő gázvesztesség,
- légellátási tényező méréséhez

**Infravörös hőmérsékletmérők**

**Vízszintmérők**

**Termoelemek, öntapadós hőmérsékletmérő fóliák**

## **JUNKALOR**

**Infravörös és cirkónium-oxid mérési elvű  
gázelemző műszerek**

- tüzelésszabályozás
- optimalizálás
- légszennyező anyagok mérése



# TÖMEGSPEKTROMÉTEREK

a **LABOREXPERT**-től

**Tömegspektrométerek összes kategóriáját ajánljuk a kutatás/fejlesztés, rutin analitika, ipar számára.**

**Speciális területek:**

---

**környezetvédelmi analitika / monitorozás**

---

**élelmiszeranalitika**

---

**biokémiai analitika**

---

**egészségügy / klinikai kémia**

---

**ipari folyamatvezérlések**

---

**doppingvizsgálat / kriminalisztika**

---

Kromatográfiás MS detektorok, bench-top GC / MS rendszerek,

Elemanalitika: ICP / MS, GD / MS, Izotóparány mérés, SIMS

Nagy és kisfelbontású GC / MS, HPLC / MS, tandem MS  
rendszerek, ion trap MS, ICR / MS.

Biokémiai molekulatömeg meghatározás 300.000 dalton-ig,  
szekvencia meghatározás.

Vákuum technikai / gázanalitikai rendszerek, fermentáció  
és ipari gázreakciók vezérlése.

Tömegspektrometriás építőelemek, részegységek, alkatrészek  
forgalmazása, meglévő tömegspektrométerek kiegészítése,  
korszerűsítése.

Tömegspektrometriás adatelemző rendszerek.

Tömegspektrometriás tanácsadás, mérési  
szolgáltatások lebonyolítása.

**LABOREXPERT Kft.**

1015 Budapest, Csalogány u. 22-24. Postacím: 1369 Budapest, Pf. 259. Telefon: 135-1740, 201-5629 Fax: 135-1732





PRÜFTECHNIK AG

# MŰSZER A GÉPKARBANTARTÓK RÉSZÉRE!

Június 30-ig a SYSTEM 2 "Lite" típus  
akciós áron, 30 %-kal olcsóbban kapható!

## SYSTEM 2

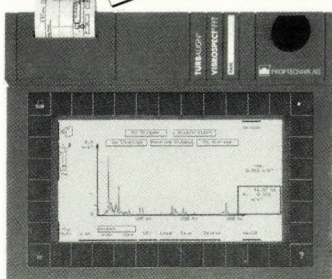
Ez az a műszer, mellyel a hibát nem csak felismerni, de elhárítani is lehet azonnal a helyszínen. Könnyű, hordozható, nagy képernyőjű, nyomtatóval ellátott PC-hez csatlakoztatható, sok funkcióval rendelkező műszer, mely a jövő évezredben is használható, mivel minden újonnan kifejlesztett mérési eljárásához csak egy programkártyát kell megvenni. Menü rendszerű működés, a gépkönyv négy nyelven a képernyőre hívható. A már meglévő programok:

OPTALIGN-TURBALIGN

Egytengelyűség beállítás látható lézerrel egy vagy több gépen. PERMALIGN folyamatos elmozdulás figyelés. NOVALIGN - CENTRALIGN

egyenességmérés, központosságmérés.

VIBROSPECT FFT kétsatornás rezgésmérés, FFT analízis, Háromdimenziós diagram, motor, csapágy, hajtómű diagnosztika, VDI szabvány szerinti minősítéssel helyszíni dinamikus kiegyensúlyozás 1 és 2 síkon.



KÉRJEN RÉSZLETES INFORMÁCIÓT, MINDENKOR KÉSZSÉGGEL ÁLLUNK RENDELKEZÉSÜNKRE!

# PROFEX

PROFEX KFT.

1124 Budapest, Hegyalja út 83.

Tel.: 185-9136 Tel./fax: 166-8410

## Szeretné tudni...?

... Hogy a terhelési próba nem okozott-e anyaghibát?

... Mit jelentene az Ön anyagvizsgáló laboratóriumában egy akusztikus emissziós (A.E.) analízátor?

## Kipróbálhatja...!

A FEJLESZTÉSI KÖLTSÉGEK MEGTÉRÜLÉSE UTÁN ÁRAT CSÖKKENTETTÜNK:

4 csatornás A.E. analízátor szoftverrel, A.E. szakkönyvvel	878.000,-Ft	439.300,-Ft
16 csatornás A.E. analízátor szoftverrel, A.E. szakkönyvvel, tanfolyammal	1.317.000,-Ft	658.500,-Ft
16 csatornás A.E. kalibrátor, teszter	315.000,-Ft	157.900,-Ft
2 csatornás, 10 MHz/128 KB IBM-PC jelfeldolgozó tranziens rekorder kártya	180.000,-Ft	180.000,-Ft

Új termék!

Érdeklődni: KFKI ATOMENERGIA KUTATÓ INTÉZET/NRL LABORATÓRIUM

1121 Budapest, XII. Konkoly Thege út 19-33. Telefon: 169-9499/16-16.m.

Fax: 155-3894 Telex: 22 47 22 KFKI

Áraink az ÁFÁT nem tartalmazzák! Ingyenes szaktanácsadás \* Bemutató megbeszélés szerint



# Anyag- és állapotvizsgálat akusztikus emisszióval

PELLIONISZ PÉTER\*

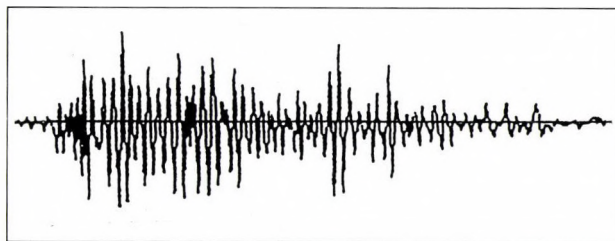
Szaporodnak a modern technika csúcsteljesítményei, a modern technológia által létrehozott új anyagok, nő az anyagok igénybevétele és csökkennek az elfogadható kockázati értékek, így egyre fontosabbá válnak a különböző anyag- és állapotvizsgálati módszerek. Ezek között nagy jelentőségűek a roncsolásmentes vizsgálatok, amelyeknél a vizsgált objektum károsítása nélkül lehet meggyőződni a rendeltetésnek megfelelő állapotról. Sokféle módszert használnak, mindegyik sajátos alkalmazási területtel, korlátokkal illetve előnyökkel. E módszerek között az egyik legújabb az igénybevétel hatására keletkező hangtevékenység, az úgynevezett akusztikus emisszió megfigyelésén alapszik. Az akusztikus emissziós vizsgálatot egyre gyakrabban használják anyagok igénybevehetőségi határának megállapítására, fémből vagy szállal erősített műanyagokból készült szerkezetek terhelési próbáinál, szivárgás vagy elhasználódás jelzésére, a mélyépítés és a bányászat területén és még sok más egyéb alkalmazásban. A módszerrel - elsősorban idegen nyelven - bőséges szakirodalom áll rendelkezésre [1], [2], [3], [4], [5].

## Az akusztikus emissziós jelenség

Tapasztalati tény, hogy sok szilárd anyag törésekor, repedésekor hallható hang keletkezik. Az is régóta ismert, hogy bizonyos esetekben képlékeny alakváltozás is elegendő hang keletkezéséhez (például ón hajlításakor). Az azonban 1950-ig, a németországi J. Kaiser kísérletéig nem tudták, hogy az a hangtevékenységek, amely az ilyenfajta állapotváltozásokat kísérik, sokkal szélesebb sávnak és jelentős részben az ultrahangok tartományába esnek.

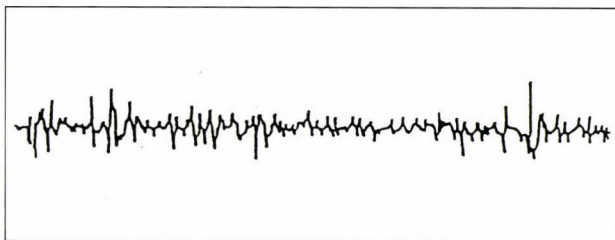
A szilárd anyagban a terhelés hatására a makro- illetve mikroszerkezet hirtelen megváltozhat, például krisztallit deformációk, kristályszerkezeti diszlokációk, mikrorepedések keletkezhetnek, fázisátalakulások, törések jöhetnek létre. Az anyagban tárolt energia egy-egy részének hirtelen felszabadulása rugalmas hullámokat kelt, melyek az anyagban szétterjednek és alkalmas érzékelővel felfoghatók. Ezeket az időben elkülönülő akusztikus hullámcsomagokat

diszkrét vagy kitöréses akusztikus emissziós jeleknek nevezik. Kiváltó ok lehet mechanikai vagy hőfeszültség, feszültségkorrózió, fáradás, de hasonló típusú jeleket eredményeznek más eredetű jelenségek, mint például megglazult vagy elszabadult alkatrészek ütései, villamos áthúzás. Az akusztikus emissziós jelek szokásos tartománya a hallható hangok frekvenciatartománya fölé, általában 100 kHz és 1 MHz közé esik, az amplitudók pedig többnyire igen kicsik és csak a szilárd anyagban különböző módusokban terjedő testhangként érzékelhetők. A különböző hullámterjedési módok, visszaverődések, interferenciák miatt a hullámforma meglehetősen szabálytalan, amint azt az 1. ábra mutatja.



1. ábra. Kitöréses (burst) típusú akusztikus emissziós jel

Ha az egyedi hangjelenségek halmozódnak, nagy tömegben lépnek fel, folyamatos akusztikus emissziós jelet kapunk. Az akusztikus emisszió ilyen, ún. primér forrásain kívül gyakran találkozunk szekunder emissziós forrásokkal is: ilyenek lehetnek például a törés- illetve repedéfelületek mozgásából eredő súrlódások. Gyakran akusztikus emisszióról beszélünk akkor is, amikor nem a szilárd anyag szerkezeti változásai, hanem más okok, például a gőz- vagy folyadékszivárgás, eredményezik a hangokat. A 2. ábrán folyamatos típusú akusztikus emissziós jelre mutatunk be példát.



2. ábra. Folyamatos akusztikus emissziós jel

\*

KFKI ATOMENERGIA KUTATÓ INTÉZET



Az akusztikus emissziós jelenség, a hullámterjedés és érzékelési folyamat részletes fizikai-matematikai leírása meglehetősen bonyolult. Az alkalmazandó vektor- és tenzorkifejezésekkel is csak bizonyos egyszerű geometriai feltételek esetén írhatók le a folyamatok [6]; a valóságos viszonyok matematikai követése a gyakorlatban általában kivihetetlen. Erre azonban általában nincs is szükség: a fizikai folyamatok részletes analízise nélkül, az észlelt jelek, a körülmények és a minősítési feltételek mérlegelése révén megállapítható a diagnózis.

### **Akusztikus emissziós és egyéb roncsolásmentes vizsgálatok**

Az akusztikus emissziós vizsgálati technika sok tekintetben előnyösebb a szokásos roncsolásmentes vizsgálati eljárásoknál. Egyik legfőbb előnye, hogy csak a terhelés hatására keletkező vagy növekvő, tehát aktív hibák keltenek jelet, és az egyéb eljárásokkal szemben ez közvetlen információt ad a felfedett rendellenességek veszélyességéről. Az ultrahangvizsgálattal talált hibáról például gyakran nem lehet eldönteni, hogy az milyen terhelésnél lesz veszélyes, esetleg már a gyártás során ott volt-e és egyáltalán törődni kell-e vele.

Az akusztikus emissziós vizsgálat során nem kell négyzetcentiméterről négyzetcentiméterre ellenőrizni a szerkezetet, nem kell külön-külön felületet vagy mélységet vizsgálni, hogy a hibáról információt szerezzünk. Még nagyméretű objektumokon is elég néhány vagy néhány tucat érzékelő, hogy a szétterjedő hanghullámot érzékeljük, sőt a forráshelyet azonosítani is tudjuk. Akusztikus emissziós módszerrel vizsgálhatók a hagyományos eljárások számára hozzáférhetetlen helyek is.

A fenti okok következtében az eljárás gyors, a vizsgálat esetleg még üzem közben is, vagy rövid leállás árán lefolytatható. Ez sok esetben jelentős anyagi előnyökkel jár. Az akusztikus emissziós módszer felhasználható a szerkezet állapotának folyamatos felügyeletére, szükség szerint azonnali riasztást vagy beavatkozást kiváltva. A módszer gyors, olcsó szűrővizsgálatnak tekinthető, mellyel eldönthető, hogy szükség van-e tüzetesebb, de drágább és hosszadalmasabb kiegészítő vizsgálatokra.

A módszernek az előnyös tulajdonságok mellett hátrányai is vannak. Ezek egyike, hogy a hiba nagyságát, alakját nem lehet megállapítani. A komplett diagnosztikai információ érdekében tehát sokszor szükséges az akusztikus

emissziós hibatérkép alapján történő kiegészítő vizsgálat. A másik hátrány, hogy mivel az anyag-szerkezet változásait érzékeljük, a jelek egyszerűek, nem reprodukálhatók. A mérésnél ezért különösen ügyelnünk kell a zaj- és zavarjelek lehető leghatásosabb kiszűrésére. A módszer viszonylag új, használatát, a jelek értelmezése nagy tapasztalatot igényel.

### **Érzékelés és mérés**

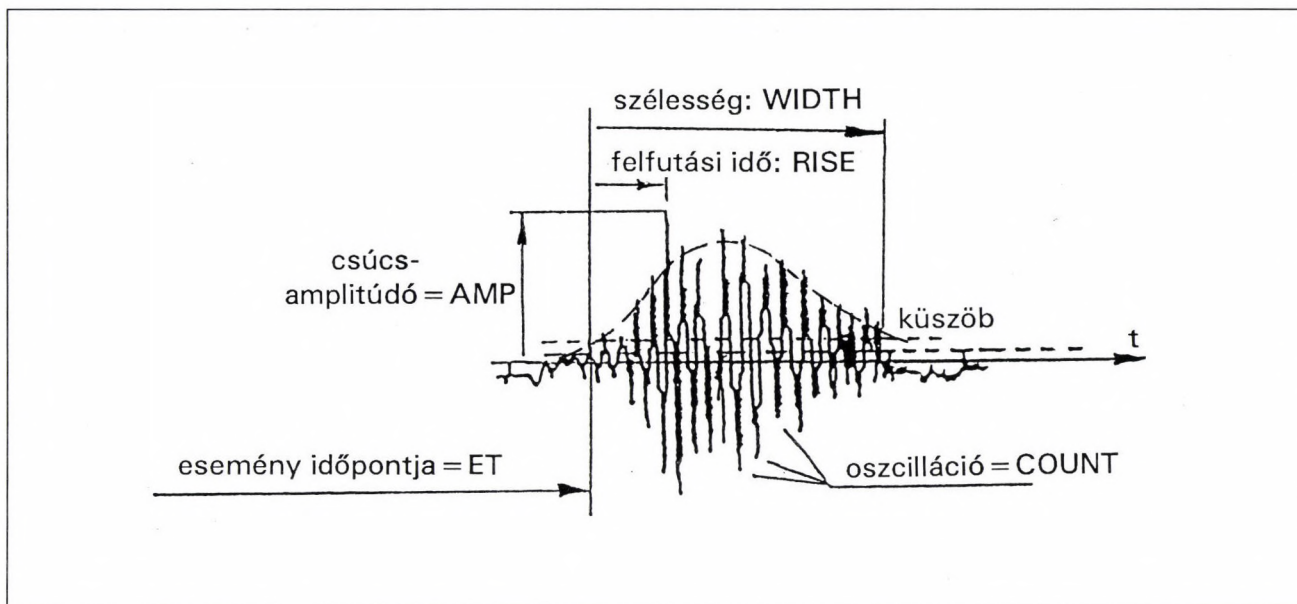
Az általában alkalmazott akusztikus emissziós érzékelők piezoelektromos detektorok, amelyekben a kristály a hanghullám következtében előálló méretváltozásra villamos jelet ad. Az érzékelőt a vizsgált objektum megtisztított felületén helyezik el, megfelelő folyékony csatolóanyaggal gondoskodva az akusztikus illesztésről. Az érzékelőknek általában egy vagy több rezonanciafrekvenciája van a 100 kHz-1 MHz sávon belül, de előfordulnak szélessávúra kialakított típusok is. Kisebb objektumok vizsgálatához (például törésmechanikai próbatestek szaktógépes terhelése) elegendő egyetlen érzékelő, míg nagyobb szerkezeteknél egyidejűleg több detektort alkalmaznak gyakran négyes csoportokban (ún. array-ekben) telepítve.

Az érzékelők abszolút kalibrálása, általában a gyártónál történik. A felhasználó többnyire csupán relatív kalibrációt végez, például inverz üzemmódban, impulzusgenerátorról gerjesztett érzékelővel, töltőceruza grafitbelének vagy üvegkapillárisnak a felületen való elpattintásával. Magas hőmérsékletű vagy nehezen hozzáférhető helyeken az érzékelőt akusztikus hullámvezetőn keresztül csatlakoztatjuk a felülethez.

A jel nagyság véletlenszerűen változik, több nagyságrendet fogva át, még változatlan terhelési viszonyok között is. Ezért az érzékelőre rövid kábellel csatlakozó, kihelyezett erősítő gyakran logaritmikus feszültségátviteli karakterisztikájú: azaz minél kisebb a bejövő jel, annál nagyobb az erősítés. Ily módon elérhető, hogy a mérőberendezés rendkívül nagy dinamikája nélkül sem történik jelvesztés illetve jeltorzulás. Logaritmikus erősítők a néhány mikrovoltos bemeneti zajszinttől számított 80–100 dB dinamikával rendelkeznek, míg a lineáris előerősítők tipikus erősítési tényezője 20–0 dB. Az erősítőknél gyakran cserélhető szűrőkártyával gondoskodnak az érzékelő frekvenciasávján kívüli zaj csökkentéséről.

A felerősített jelek vizsgálata sokféleképpen történhet. Folyamatos, például szivárgásból származó, jelek esetében gyakran elég az RMS,





3. ábra. Akusztikus emissziós események leggyakrabban mért jellemzői

vagy abszolút zaj-átlag mérése. Akusztikus emissziós események mérésénél néha elegendő csak az intenzitás időbeli változásának (például az eseményszám időegységre eső értékének) követése, általános esetben azonban sok jellemző meghatározása szükséges. Ezek felvétele akusztikus emissziós analizátorokkal történik, amint azt a továbbiakban ismertetjük. A leggyakrabban mért akusztikus emissziós jellemzők értelmezését a 3. ábra mutatja.

Az akusztikus emissziós esemény kezdete az az időpont, amikor az egyenirányított és „demodulált” jel átlépi a felhasználó által megállapított küszöbértéket. Ha a kiindulási helyről több érzékelőhöz is eljut a hanghullám, az esemény kezdő időpontjának általában az első érzékelés (first hit) idejét tekintik és mérik az észlelési időkülönbségeket a detektorcsoportban. Az időeltérésekből általában kiszámítható a forráshely.

A küszöbérték meghaladásától a csúcserék eléréséig tartó időtartamot felfutási időnek hívjuk. Az esemény időtartamát (szélességét) a küszöbérték elérésétől a küszöbérték vagy a zaj-átlagérték alá süllyedésig tartó idő adja meg. Az érzékelő jellemző rezonanciafrekvenciája alapján összefüggés van az esemény időtartama és az ez alatti rezgésszám (counts) között.

A közvetlenül mért jellemzőkből a mérőkészülékek vagy a számítógép közvetett, számított jellemzőket is előállítanak. Ilyen lehet például az esemény energiája vagy a burkológörbe alatti terület. Ma a legtöbb akusztikus emissziós analizátor számítógépre csatlakozik vagy azzal össze

van építve. A 4. ábrán egyetlen érzékelővel működő összeállítás sematikus rajza látható.

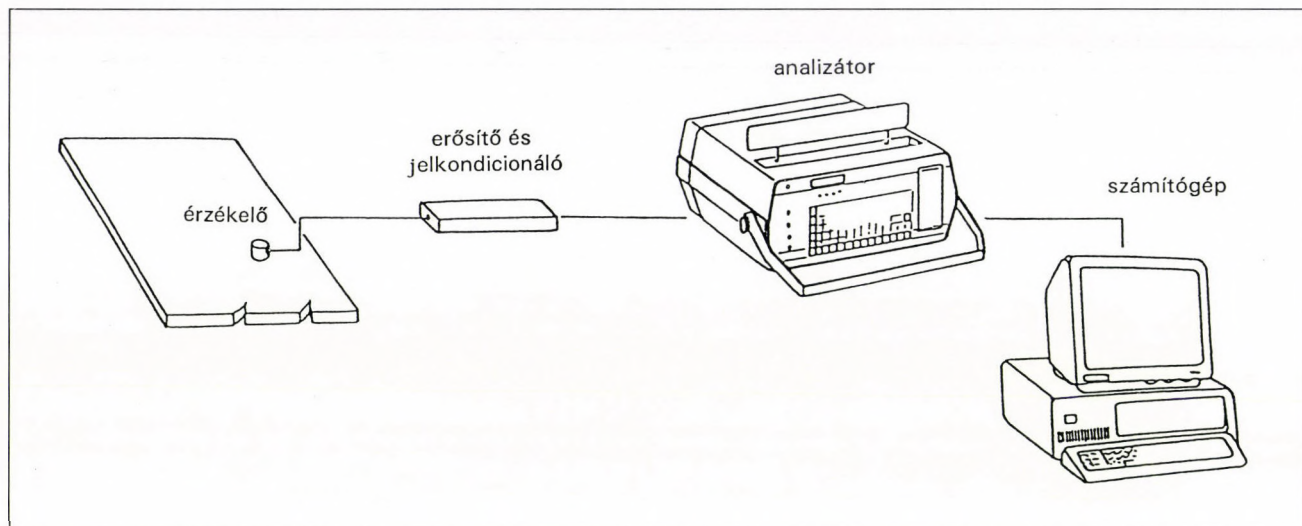
A felhasználók egyre gyakoribb igénye az akusztikus emissziós esemény teljes hullámformájának megjelenítése és archiválása. A korszerű számítástechnika ma már ezt viszonylag kis költséggel lehetővé teszi, sőt a hullámformán végrehajtandó számításgényes feladatok (például FFT, dekonvolúció) is viszonylag egyszerűen végrehajthatók.

### A mért adatok feldolgozása, értelmezése

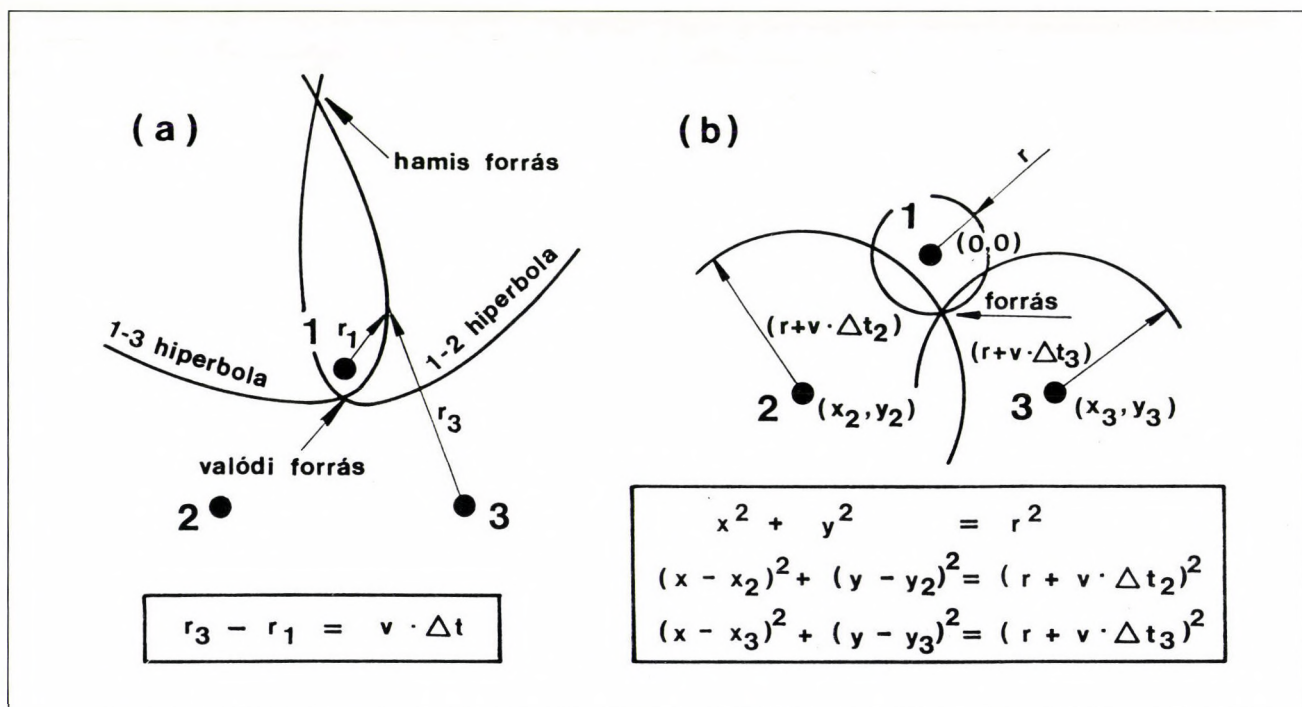
Ma a műszerezéshez szorosan hozzátartoznak a számítógépi adatfeldolgozás és értékelés szoftver-csomagjai. A mért adatok feldolgozása akár a mérés ideje alatt (real-time), akár azt követően megtörténhet. A rendelkezésre álló akusztikus emissziós szoftverek általában lehetővé teszik a mérési eredmények táblázatos vagy grafikus megjelenítését, a különféle szempontok szerinti adatszűréseket, származtatott mennyiségek képzését és nem utolsó sorban a lokalizációs számításokat, valamint forráshely-térképek előállítását. Az 5. ábra síkon való forráshely számítás két algoritmusát mutatja be, az egyes érzékelőknél mért időkések alapján.

Számolni kell azzal, hogy a számítás eredményét sok hibaforrás torzíthatja. Ilyen például a megszólalási időkések mérésében elkövetett hiba, a különböző sebességgel terjedő hullámformák jelenléte, a geometriai modell megválasztásában tett elhanyagolások. A gyakorlat-





4. ábra. Egy érzékelővel működő mérési elrendezés



5. ábra. Síkbeli helymeghatározás hiperbolákkal (a) és körökkel (b)

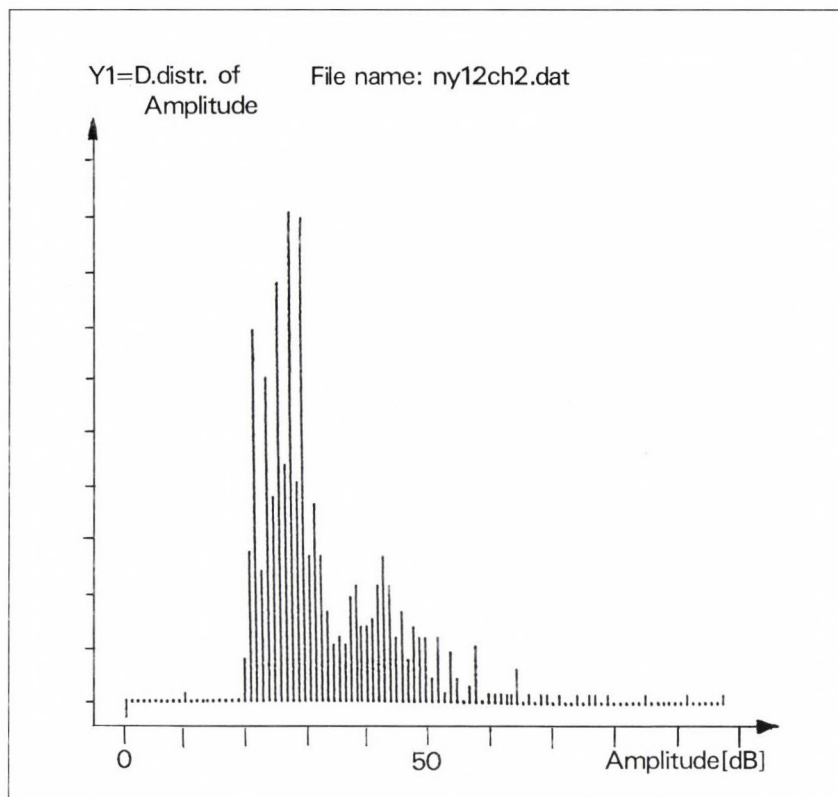
ban tehát a lokalizálást sok esetben csak a régiót behatároló, tájékoztató információként lehet felfogni.

Az akusztikus emissziós méréssel nyert jelek értelmezése általában összetett, szakismeretet és nagy gyakorlatot igénylő feladat. Elsősorban a hangforrások helyét és intenzitását vizsgáljuk, megpróbálva kiszűrni a zavarokból, más forrású zajokból eredő jeleket és feltárni a hibajelenségek valamint a terhelés közötti kapcsolatot. E célok eléréséhez segítséget nyújtanak a különböző grafikus ábrázolások, mint

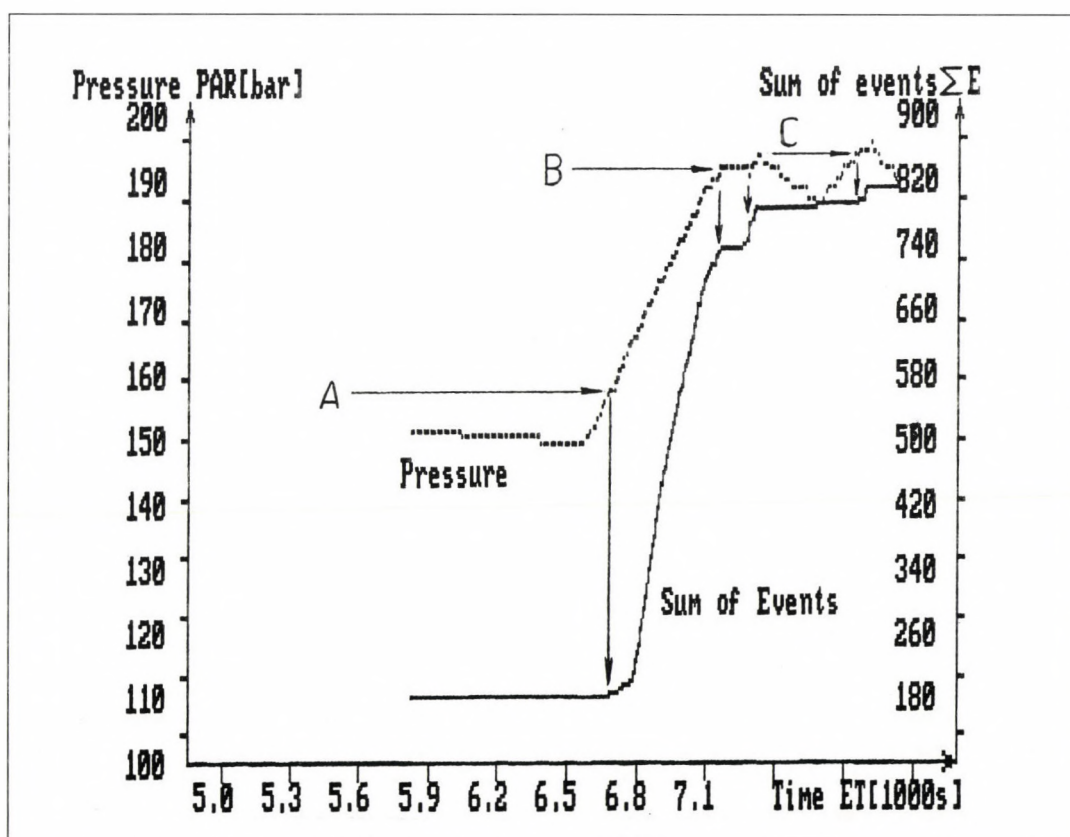
például a terhelés és a mért jellemzők összefüggésének ábrázolása az időtengely mentén, a lokalizációs térképek vagy egyes adattömbök statisztikai jellemzői. A 6. ábrán példaképpen egy gyakoriság-diagramot mutatunk be.

Az akusztikus emissziós mérés során talált adatok értelmezése alkalmazásról alkalmazásra változik. Néhány általános szabály sok esetben hasznosítható. Ezek közül az egyik az ún. Kaiser-effektus, amely például fémek esetén, változatlan állapotnál érvényes: megismételt terhelésnél addig nem kapunk eseményeket, míg a





6. ábra. Csúcsamplitudó gyakoriság diagramja



7. ábra. Kaiser-effektus: szünetelő akusztikus emisszió a korábbi terhelés maximumok előtt (A, B, C.)



korábbi terhelési csúcs alatt járunk. A 7. ábrán erre látunk egy példát tartály nyomáspróbájánál, ahol a B és C pontok között bekövetkező nyomásváltozás, az addigi nyomáscsúcs alatt, nem befolyásolja az eseményszámot, (sum of events).

A Kaiser-effektus nem általánosságban érvényes: szálerősítésű műanyag szerkezeteknél például vizsgált jellemző éppen az, mennyivel a korábbi terheléscsúcs alatt indul meg a hangtevékenység. Az akusztikus emissziós események paraméterei sokszor jellemzőek a kiváltó mechanizmusra: például súrlódások hosszabb, mikrorepedés-keletkezések rövidebb hangeseeményeket eredményeznek. Az akusztikus emissziós vizsgálatok eredményeinek értékelésére világszerte elsősorban az amerikai ASTM szabványai az irányadók.

### Tipikus alkalmazási területek

Külön csoportot alkotnak a geológiai anyagokon, geológiai illetve épített szerkezeteken történő vizsgálatok (mikroszeizmika, geotechnika): ezekkel itt nem foglalkozunk részletesebben [7]. Másik, itt nem tárgyalt terület az akusztoultrahang-technika, ahol a szokásos ultrahang-sugárzók jeleinek az anyagtulajdonságok miatti változásait akusztikus emissziós módszerekkel vizsgálják. Szintén fontos a folyamat akusztikus emissziós jelek vizsgálata, amelyet kiterjedten használnak az ipari diagnosztikában, hogy például jelezzék a fellépő gőz- vagy folyadékszivárgást, szerszámgépeken a megmunkáló szerszám elhasználódását, szelepek áteresztését stb.

A terhelés hatására fellépő akusztikus emissziós hangkitörések elemzésével igen különböző anyagokat vizsgálhatunk. Fontos csoportot alkotnak a szálerősítésű műanyagok, ahol az elemi szálak törése illetve szakadása általában igen aktív akusztikus emissziós forrást jelent, és a fémek illetve fémszerkezetek, ahol elsősorban repedések keletkezését, illetve repedés terjedését igyekszünk felderíteni.

Talán kevésbé jelentős, de igen változatos a harmadik csoport, ahol kerámiákat, különleges anyagokat, ragasztások kötését stb. vizsgálnak.

Az akusztikus emissziós vizsgálati technika egyik legkiforrottabb és legszélesebb körben folyó alkalmazása nyomástartó edények és csővezetékek integritásvizsgálata. A nyomáspróba a szerkezetre potenciálisan veszélyes igénybevett jelent, nagy jelentőségű ezért olyan ellenőrző módszer alkalmazása, amely azonnal jelzi az esetleges rendellenességek keletkezését, repedés megindulását vagy terjedését. Még nagymé-

retű tartályoknál is elegendő néhány vagy néhány tucat akusztikus emissziós érzékelő, amelyeket a felületen helyeznek el, célszerűen a potenciálisan legveszélyesebb helyeken. Az érzékelők telepítéséhez sok szempontot kell tekintetbe venni, mint például a tartály anyaga, falvastagsága, a geometria jellege stb. Az érzékelők jeleit mérő berendezés vagy az erre csatlakoztatott számítógép az egyes érzékelők észlelési időpontjaiból és az előzetes mérések révén ismert terjedési sebességből valamint a geometriai adatokból azonnal kiszámítja az akusztikus forráshely koordinátáit. Az adott forráshelyen keletkező hangeseemények intenzitásgörbéje és kiegészítő paraméterek felvétele révén megítélhető, hogy a forráshely inaktív, aktív vagy kritikuson aktív-e?

Az olaj- és vegyiparban, az energetikában kiterjedten használják az akusztikus emissziós technikát mind fém-, mind szálerősítésű műanyagtartályok ellenőrzésénél. További fontos terület hegesztési folyamatok minőségellenőrzése, megmunkáló szerszámok elhasználódásának, törésének jelzése szerszámgépeknél stb.

### Magyarországi helyzet

Az akusztikus emissziós technika Magyarországon másfél évtizedes múltra tekinthet vissza. A mérés- és műszertechnikai fejlesztések, az első alkalmazások az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetben indultak meg. Először főleg a Vasipari Kutató és Fejlesztő Vállalatnál folytak laboratóriumi mérések. Kísérleti alkalmazások kezdődtek meg igen különböző területeken, sokféle anyaggal, ipari szakemberek együttműködésével. Az energetikai alkalmazások közül a legnagyobb jelentőségűek a Paksi Atomerőmű reaktortartályainak akusztikus emissziós megfigyeléssel végrehajtott nyomáspróbái, amelyek rendszeressé váltak és ma már a vizsgálati technika elfogadott részét képezik.

A KFKI-ban kifejlesztett különböző akusztikus emissziós műszerek és berendezések az évek során egyre több hazai és külföldi laboratóriumba jutottak el: elsősorban e műszerek révén az akusztikus emissziós technikának évről évre több lett a hazai művelője. A műszerek közül sokoldalúságával a Defectophone műszercsalád emelkedik ki (8. ábra).

A Defectophone készülék önállóan és számítógéppel együtt, folyamatos és esemény-jelek mérésére egyaránt használható akusztikus emissziós analízátor. Pakson és egy külföldi atomerőműben működik a KFKI Atomenergia Kutató Intézet által kifejlesztett akusztikus





8. ábra. Négycsatornás akusztikus emissziós analízátor (Defectophone) és 12-csatornás bővítő (Expander)

emissziós szivárgásjelző diagnosztikai rendszer. Az intézet számítógépben elhelyezhető 10 MHz-es akusztikus emissziós tranziensrekorder és analízátor-kártyát is kifejlesztett kül- és belföldi felhasználók számára.

#### Irodalom

- [1] Radnai R.: Akusztikus emissziós vizsgálatok. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 31. szám 11–18. p.
- [2] Pellionisz P. (Szerk.): Akusztikus emissziós anyag- és szerkezetvizsgálatok. GTE, Budapest, 1992.
- [3] Pellionisz P.: Akusztikus emissziós vizsgálat I-II-III.

*Anyagvizsgálók Lapja*, 1991/2 (p. 47–50.), 1991/3. (p. 79–81.). 1992/1. (p.19–20.).

- [4] Miller, R. K., Intire P. Mc. (Eds): Nondestructive testing handbook. Vol. 5.: Acoustic emission testing. American Society for Nondestructive Testing, 1987.
- [5] Drouillard, T.: Acoustic emission: a bibliography with abstracts. Ed. Frances Laner, New York, IFI Plenum Date Company, 1979.
- [6] Ristic, V. M.: Principles of acoustic devices. J. Wiley and Sons, New York, 1983.
- [7] Hardy, H. R. Jr.: Review of international research relative to the geotechnical field application of acoustic emission. *J. of Acoustic Emission*. Vol 8, 4 (1989) p. 65–91.



**Ha  
én PC  
lennék ...**

**én csak N.SICON  
szünetmentes áramforrásról  
üzemelnék, mert ...**

- a legmagasabb technikai színvonalat képviseli,  
- valódi ON-LINE berendezés,
- a legkisebb típus is rendelkezik BY-PASS-szal,  
- nagyon megbízható,  
- MEEI engedéllyel rendelkezik,  
- ingyen helyszínre szállítják és  
üzembehelyezik,



- 18 hónapos garancia van rá,
  - különféle kommunikációs szoftver  
kapható hozzá,
  - megbízható és gyors szervíz-háttérrel van.
- Na és persze a szomszédomnak  
is ilyen van!**

Megtekinthető és  
megvásárolható a



bemutatótermében

**BEMUTATÓTEREM: 1097 BUDAPEST, ILLATOS ÚT 9. TEL.: 147-4913 TELEFAX: 127-6455**



**automatika**

**Mérés- és szabályozástechnika**

*... és amit mi ehhez adni tudunk:*

analóg és digitális kijelzőműszerek, indikátorok, áramváltók, shuntok, kistranszformátorok, mérőátalakítók, fogyasztásmérők, kapcsolóórák, üzemóraszámlálók, analóg és digitális multiméterek, lakatfogók, hordozható érintésvédelmi műszerek, szigetelésvizsgálók, ipari és laboratóriumi tápegységek, AC-DC kalibrátorok, hőmérsékletérzékelők, távadók, szabályzók, regisztrálók, színszalagok, rostollak, hőírófejek, plottertollak, diagramm- és thermopapírok ipari és orvosi alkalmazásra, időjárásfüggő fűtésszabályzók, hőközponti hőmennyiségmérők, villamosmotorok elektronikus lágyindítása, modulrendszerben felépülő közműtáblák, vevőigény szerinti mérés- és szabályzástechnikai rendszerek kialakítása, beszerzése és üzembehelyezése.

**Ganz Műszer Mintabolt**

*Az ITT Instruments, Metrix műszerek hivatalos forgalmazója.*

**C+D Automatika Kft.**

Budapest XIX., Földvári u. 2. Tel.: (1) 127-0888, (1) 147-5785 Fax: (1) 156-5133, (1) 127-0888



## LÍZING és MŰSZERKÖLCSÖNZÉS, beruházás helyett



**Tisztelt Ügyfelünk!**

Engedje meg, hogy röviden tájékoztassuk szolgáltatásainkról:

- többezer tételes műszerparkunkból választhatja ki a méréseihez megfelelő eszközt **kölcsönzésre**,
- a kölcsönzött műszert kívánságára **eladjuk** Önnek,
- **tartós kölcsönzési** igény esetén **megvásároljuk** az Ön részére szükséges műszert,
- bármilyen műszer, számítástechnikai eszköz, berendezés és gép **lízingelését** vállaljuk,
- átmeneti tőkehiány esetén **visszlízinggel** segítjük Önt,
- a lízingdíj fizetésének alkalmas **garanciái** közül az Ön részére legkedvezőbbet szerződjük,
- a műszerek szakszerű **javításával, kalibrálásával és méréstechnikai szaktanácsadással** segítjük elő a kölcsönzött vagy lízingelt műszerek **folyamatos üzemeltetését**.

**Kedvező lízingfeltételeinket más lízingelő cégnek is ajánljuk!**

---

**MTA-MMSZ Kft. M ű s z e r h á z**

Cím: 1119 Budapest,  
Etele út 59-61.

telefon: 161-0000  
tel/fax: 161-2280

Postacím: 1502 Budapest  
Pf.: 58.





**ISMERI ÖN  
AZ MTI  
MINDHÁROM  
NEMZETKÖZI  
SAJTÓSZEMLÉJÉT?**

**CIKKEK  
A NEMZETKÖZI  
SAJTÓBÓL**  
A világpolitika nagy eseményeinek  
nemzetközi sajtóvisszhangja.  
A kelet-közép-európai térség,  
a magyar bel- és  
külpolitika kérdései  
a külföldi lapokban  
MEGJELENIK HETENTE

**GAZDASÁGI CIKKEK  
A NEMZETKÖZI  
SAJTÓBÓL**  
A világgazdaság,  
a nemzetközi gazdasági  
kapcsolatok irányzatai.  
A Magyarországon is  
időszerű gazdasági  
problémák kezelésének  
külföldi  
tapasztalatai.  
MEGJELENIK  
KÉT HETENTE

A sajtószemlék  
előfizethetők  
az MTI Kereskedelmi  
és Marketing  
Igazgatóságánál,  
1426. Budapest Pf.3.

Felvilágosítás kérhető:  
telefonon: 175-6722/16-15,  
faxon: 119-8297,  
telexen: 22-4371.



**A MAGYAR GAZDASÁG  
A KÜLFÖLDI SAJTÓ  
TÜKRÉBEN**

A magyar gazdaság  
külföldi megítélése.  
Társadalmi-gazdasági problémáink  
mások szemével.  
MEGJELENIK HAVONTA



# **Ön pontos és megbízható laboratóriumi vagy ipari mérleget kíván venni?**

**Fontos az Ön számára, hogy a gyártó üzem  
rendelkezzen ISO 9001 minősítéssel?**

**Fontos az Önnek, hogy a keresett mérleg  
rendelkezzen OMH típusvizsgálati engedéllyel?**

**Fontos Önnek, hogy a mérleg hitelesíthető legyen?**

**Ön a gyógyszeripar területén dolgozik és olyan mérleget  
keres, melyhez a szállító cég az  
FDI inspekció követelményeinek megfelelő,  
magyar és angolnyelvű mérésvezetési  
műszerkönyvet mellékel?**

**Ön szeretne a mérlegeihez a szállító cégtől hitelesíthető  
ellenőrző súlyokat is kapni?**

**Mindezt és még valamivel többet kap, ha**

## **SARTORIUS**

**mérleget vásárol 1 év garanciával, ISO minősített szervízzel,  
előleg, vagy előrefizetési kötelezettség nélkül,  
egyszerű átutalással fizetve, a magyarországi képviselőtől:**

**M E M B R Á N K f t**

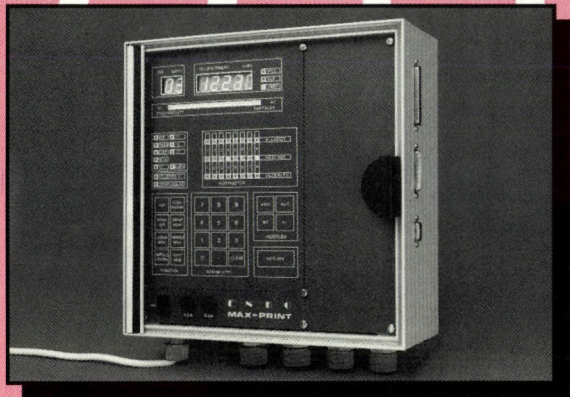
1021 Budapest, Tárogató út 40. Tel./fax: 115-8924

*Elektronikus precíziós mérleget nem vesz minden nap az ember,  
de amikor módjában áll vennie, érdemes meggondolnia  
mit vár el ettől a műszertől!*



# MAX-PRINT

Programozható átlagteljesítmény-gazdálkodó - maximumóri feladatokat ellátó - készülék, mely sokoldalú szolgáltatásával nagyon hasznos segítőtársa lehet az optimális energiagazdálkodásban.



**HALMOS IMRE** okl.vill.mérnök  
energiagazdálkodási szakértő-vállalkozó  
1118 Budapest, Csiki-hegyek u. 7.  
**L & A HALIMAN Kft.**  
2041 Budaörs, Pf. 41. Tel.: 173-6266

## JELLEMZŐK

- sokoldalú felhasználhatóság
- egyszerű kezelés
- könnyű programozás
- megfelelő tájékoztatás (analóg és digitális)
- fogyasztási trendfigyeleés
- belső óra
- négy zónaidő
- 8 fogyasztói lekapcsolás
- nyomtató kimenet
- RS 232 C kimenet
- rövid szállítási határidő
- 18 havi garancia
- gyors megtérülés
- a tárolt értéket megőrzi
- elkerülhető a túlfogyasztás, így pénzt + energiát takarít meg!
- 25 év tapasztalata a villamos energiagazdálkodásban!

Kérjen részletes  
prospektust és  
ajánlatot!

A készülék fejlesztése az "Ipar Műszaki Fejlesztéséért Alapítvány" támogatásával történt.

## A Metalloglobus Fémipari és TEK Vállalat

### LABORATÓRIUMA

felajánlja szabad kapacitását az alábbi anyagok kedvező áron történő

### gyorselemzésére:

- ón, ólom, cink,
- ón-, ólom-, cinkötvözetek, valamint
- nemvas fémek nedves kémiai vizsgálatára.

**metalloglobus**

További felvilágosítást ad: Köves Istvánné Budapest X., Sírkert u. 2. Telefon: 127-1099/164



# METROLÓGIAI HORIZONT

*Eredmények, problémák, fejlődési irányok*

Összeállította: **DR. LUKÁCS GYULA**

Megkezdjük ezt az új, állandó rovatot a Közleményekben. A leghíresebb ókori orvos-tudós, a görög Hippokratész (Kr. e. 460–377) mondása szerint – latin fordításban szoktuk emlegetni: „Ars longa, vita brevis” (A mesterség hosszantartó, az élet rövid).

Ezzel a már ókorban megfogalmazott problémával minden időben szembe találja magát az emberiség. Mai helyzetünket így fogalmazhatjuk meg: szakmai és emberi boldogulásunkhoz – a megkívánt speciális szaktudás mellett – sokféle, különböző irányú tájékozottságra is szükségünk van; kevés időnk jut azonban arra, hogy ezeket a másodlagos- vagy háttér-információkat megszerezzük magunknak. Nehezíti a helyzetet, hogy a szükséges ismeretek szétszórva, különböző könyvekben, folyóiratokban, újságokban jelennek meg. Ennek ellenére arra kell törekednünk, hogy valamiből, célszerűen a szűkebb szakmánkból „mindent” tudjunk, a sokminden másból pedig a nekünk elengedhetetlenül szükséges „valamennyit” megismerjük.

A Közlemények profilja a műszer- és a mérés-technika, összefoglaló nevén a metrológia. Vannak olyan metrológiai információk, amelyekre nagyon sok, néha minden méréssel, vagy a mérési eredmények feldolgozásával foglalkozó szakembernek szüksége lehet. Ilyenek például az általános mérés-technikai elvek és módszerek, a széles körben használt műszerek és mérési módszerek fejlődése, a műszergyártás problémái és sok más kérdés is.

Nagyra törő célkitűzéseink ezzel a rovattal nem lehetnek, mert a problémák köre igen széles, és a rendelkezésünkre álló terjedelem korlátozott. Arra igyekszünk, hogy az olvasó konklúziója ez legyen: „Amit a Közleményekben közreadtak, azt érdemes volt elolvasni.”

## A VEB Carl Zeiss Jena balsorsa

Az egyesült Németország keleti felében az ipari termelés nettó értéke drasztikusan csökkent, a legkevésbé a kémiai iparban, 14,8%-kal, és a legjobban az optikai és finommechanikai ágazatban, 88 %-kal, az 1991. novemberi állapot szerint. (*Der Spiegel*, 13/1992. 23. März.) Az

egyik áldozat a világszerte ismert optikai és finommechanikai gyár: a VEB Carl Zeiss Jena.

„A 145 éves Carl Zeiss gyár volt az első nagy név az optikai-finommechanikai cégek között. Robert Koch Zeiss mikroszkóppal fedezte fel a tuberkolózis bacilusát, Roald Amundsen Zeiss-féle távcsővel kémlelte az Antarktisz tájait”, írta beszámolójában a *Time* magazin (March 18, 1991). A gyár bevétele a korábbi 3 milliárd dollárról, 1990 után jó esetben 400 millió dollárra esett vissza. A valamikor 69 000 főt foglalkoztató gyár létszáma 26 000-re csökkent, és csak 10 000-et tud teljes munkaidőben foglalkoztatni. 1990 előtt a termékek 70%-a a KGST államokba ment, ebből 30% a Szovjetunióba, legnagyobbbrészt katonai rendeltetéssel. Ebben az időben működött Nyugat-Németországban a Carl Zeiss, Oberkochen, valamint Schott Glaswerke, Mainz. A két Németország 1990. évi egyesülésével felmerült Zeiss-problémákat akkor érthetjük meg, ha megismerjük a gyár történelmét. (*Zeiss Opton Information*, 13, Special issue. Zeiss Jena and Zeiss Oberkochen: Partners for a better future.)

**1846** Carl Zeiss (1816–1888) műhelyt nyit Jenában és 1947-ben elkezdi mikroszkópokat készíteni.

**1866** Erns Abbe (1840–1905) fizikus, egyetemi tanár bekapcsolódik a munkába.

**1872** Ettől kezdve valamennyi Zeiss-féle mikroszkópot az Abbe-féle elvnek megfelelően gyártanak.

**1884** Otto Schott (1851–1935) üveg-vegyész bevonva, C. Zeiss, E. Abbe és Roderich Zeiss Üvegtechnikai Laboratóriumot hoznak létre, ebből lett később a Jenaer Glaswerke Schott u. Genossen üveggyár.

**1889** E. Abbe létrehozza a Carl-Zeiss-Alapítványt. 1891-től ez az alapítvány a Zeiss gyár egyetlen tulajdonosa, később az alapítványé lesz az üveggyár is.

**1896** Abbe nyilvánosságra hozza a Carl-Zeiss Alapítvány alapszabályát.

**1945** Az amerikaiak szállják meg elsőnek Jenát, a gyár felszerelésének egy részét és 126 műszaki-tudományos munkatársat az US-megszállási zónába telepítenek. Oberkochenban és Mainzban megalapítják az új gyárakat. Ezután bevonulnak



Jenaba az oroszok, leszerelik a gyár megmaradt részét, és 336 tudományos munkatársat, illetve szakembert hosszabb-rövidebb munkára a Szovjetunióba telepítenek át.

**1948** Megalapítják az államosított VEB Carl Zeiss Jena gyárat, amely mintegy 30 000 munkavállalóval egy-kettőre az NDK egyik legfontosabb vállalata lett. (*Profil*, 1991/7).

**1949** A Carl-Zeiss-Alapítvány székhelye a Baden-Württemberg-i Heidenheim lett.

A márkanév használatáról több mint hatvan per volt a két gyár között, a végén a jeni gyár a nyugati piacokon a JENOPTIK, a nyugatiak a keleti érdekszféra országaiban az OPTON nevet használták.

**1990** A két német állam egyesülése, párosulva a keleti piacok összeomlásával, megoldhatatlan helyzetbe hozta a jenaiakat. A Vagyonügynökségnek át kell vállalnia a VEB Carl Zeiss Jena terheit: mintegy 3 milliárd márkát (*Der Spiegel*, 23/1991, 3. Juni) kitevő tartozásait és a gyár napi egy millió márka újabb veszteséget "termel". (*Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 16. Mai 1991)

**1991** 18 hónapi tárgyalás, nehéz alkudozás után született meg a döntés. Megalakult a Carl Zeiss Jena GmbH. 2800 dolgozó foglalkoztatására és ebben a nyugati Zeiss részesedése 51%. Mindenki tudta, hogy a nyugati Zeissnek nem érdeke, hogy a keleti vállalat fennmaradjon, hiszen gyártási profiljuk sok területen megegyezett és versenytársak voltak addig is a különböző piacokon (*Der Spiegel*, 12/1991, 18 März). A Carl Zeiss Jena GmbH. profilja továbbra is a mikroszkópia, méréstechnika, elektronoptika, szemüveglencsék.

Megalakították a Jenoptik Carl Zeiss Jena GmbH.-t, amelyben 2000 főt szeretnének foglalkoztatni, ehhez azonban új termékekre s azokat felvevő piacokra van még szükség (*Labo*, 5/91). A Jenoptik profiljára a következő terv van: a) az atomfizikai technológiák fejlesztése; b) a félvezetőgyártásukat újabb technológiákkal és berendezésekkel bővíteni; c) a fotogrammetriai profilt továbbfejleszteni on-line méréstechnikai módszerekkel; d) új módszereket alkalmazni az oftalmológiában. Mindehhez azonban csak a szakembereik vannak meg, és a kutatás-fejlesztésre kívülről várnak segítséget, vállalkozókat.

A régi Zeiss-esek közül még mintegy 14 000-nek az egzisztenciális gondja nincs megoldva.

## Lab-Talk

(Tedd a dolgod, és beszéljenek róla mások.)

A címet és az alá írt jelmondatot is a Mettler-Toledo mérleggyár által rendezett felhasználói szimpóziumról írt beszámolómból vettem (*Labo*, 12/91). A bevezető előadást dr. Niels-Peter Lüpke osnabrücker egyetemi tanár tartotta, erről lesz először szó.

## GLP-Good Laboratory Practice

Bele kell nyugodnunk a betűszavak újabb és újabb változataiba, és abba is, hogy ezek más nyelvekben is (pl. jelen esetben németül) angol formájukban terjedtek el. A GLP, a jó laboratóriumi gyakorlat azt jelenti, hogy a hatósági és ipari laboratóriumokban elvégzett vizsgálatok eredményei egymással konformak legyenek, s kölcsönösen elfogadhatók őket még a különböző országok között is. Hogy erről beszélnek, azt jelenti, hogy ez nem magától értetődő és ezidő szerint nincs maradéktalanul így. Kialakultak azok az alapelvek, amelyek megjavítják a vizsgálati eredmények minőségét. A GLP, a jó laboratóriumi munka fontos követelményei a következőkre terjednek ki:

- I. A vizsgáló berendezések minősége:
  - a munkatársak szakképzettsége,
  - a munkatársak megfelelő létszáma,
  - a vizsgálat irányítójának személye,
  - a helyiségek állapota,
  - a laboratóriumi hulladék kezelése,
  - a műszerek elhelyezése és karbantartása.
- II. A vizsgálatok végrehajtása:
  - a mérőrendszerek kezelése és tisztántartása,
  - a vizsgálatához használt anyagok és referencia anyagok kezelése és tárolása,
  - a mérési előírások összeállítása,
  - a vizsgálati tervek elkészítése.
- III. Bizonylatolás és archiválás:
  - a vizsgálati bizonyítványok,
  - a feljegyzések megőrzése,
  - a minták megőrzése és visszaszármaztatása.

Az OECD tagállamaiban a vegyi anyagok, gyógyszerek és mérgező anyagok vizsgálatára már vannak elfogadott előírások a GLP-re.



## **Színmérési Szakértői Testület a hazai színmérési feladatok megoldására**

Az analitikai kémiával kapcsolatban találkoztam a „Querschnittswissenschaft” fogalmával, vagyis hogy egyes mérés technikai ágak „egyetemesek”, mert a gyakorlatban sok területen szükség van rájuk. Ilyennek említhetjük még pl. a hossz mérést, a tömeg és az idő meghatározását.

Információink legnagyobb részét szemeinkkel (látásunkkal) szerezzük meg, és amit csak lehet, környezetünkben színesre készítünk: ételinket és italainkat, ruházatunkat, épületeinket, gépkocsiainkat, gyógyszerünket stb. Csak a Természet színei tökéletesek, az emberi színezés megfelelő volta majdnem mindig vitatható, főleg, ha anyagi vonzata is van az elfogadásnak, illetve visszautasításnak. A szubjektív észlelésen alapuló minősítés helyébe objektív mérést kell venni, hogy a viták rendeződhessenek. Ez az objektívizálódási folyamat a színek megítélésében lassan, de biztosan az egész világon végbe megy.

Mondhatjuk, hogy a szín mérés is „egyetemes” mérés technikai ágazat, mert a mezőgazdaságban, iparban és a kereskedelemben szinte minden termék, valamint sok nyersanyag színes. A szín mérést 1931-ben szabványosították és egységes gyakorlatának utolsó nemzetközi konvenciója, a CIELAB színingermérő rendszer 1976-ban lépett életbe.

A szín mérés hazánkban az 1970–80-as években dinamikusan és eredményesen fejlődött. Az Országos Mérésügyi Hivatalban a nemzetközi követelményeknek megfelelő mérőberendezéseket készítettek. A magyar szakemberek részt vettek a két nemzetközi szervezet: a CIE, Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság és az AIC, Nemzetközi Színbizottság munkájában. A nemzetközi szintű magyar szín mérési eredményeket mutatják, hogy a CIE 1975. évi londoni konferenciáján két, az AIC 1977-ben tartott konferenciáján négy magyar előadás hangzott el. A Magyar Optikai Művek gyártott a KGST országokban egyedül a kereskedelmi forgalomban is kapható szín mérő műszert, a tristimulusos eleven működő MOMCOLOR, MOMCOLOR-D, MOMCOLOR-1000, MOMCOLOR-2000 típusokat, amelyekből 1969 és 1989 között kb. 800 db került elsősorban a magyar és a KGST országokbeli felhasználókhoz. Az ipari mérésekre igen jól használható szín mérővel nagyok sok ipari és tudományos szín mérési kérdést megoldottak, ezt igazolják az eredményekről készült beszámoló

molók és a Mérés és Automatika c. folyóiratban 1971 és 1982 közötti időben megjelent közlemények, összesen 134 db.

A KGST felbomlása hatott a szín mérés hazai állapotára is. Az alkalmazástechnikában irányító szerepet játszó központi laboratóriumok nagy része megszűnt, a Magyar Optikai Művek abbahagyta a szín mérők gyártását. Megmaradtak a szín mérés elméleti, műszertechnikai, számítástechnikai és alkalmazási kérdéseiben járatos szakemberek. A szín mérést alkalmazók vagy újabban alkalmazni szándékozók problémái egyre jelentkeznek. A megoldatlan, vagy megoldásra váró szín mérési problémák és a megfelelő szakemberek „összehozására” megalakult a **Szín mérési Szakértői Testület**. A testületbe tömörülő fizikusok, műszermérnökök, számítástechnikusok, alkalmazási kérdésekhez értő vegyészek készek bármilyen szín mérési kérdést megoldani. A Testület címe: Dr. Lukács Gyula, 1126 Budapest, Németvölgyi út 10. Tel: 155-5761.

### **A Peer Review**

*(a szakmailag megfelelő minősítés)*

Ismét egy szakmai szakkifejezés, amire a német nyelvben sincs megfelelő. Az amerikai Nashville-ben lévő Vanderbilt egyetemen konferenciára ültek össze a tudományos folyóiratok kiadói és szerkesztői, arról beszéltek, milyen minőségűek a megjelenő közlemények és hogyan kellene azok jobb színvonaláról gondoskodni (ezt az utóbbi eljárást nevezik Peer Review-nek).

Egy kutató rangját a nemzetközi gyakorlatban azzal mérik, hogy hány tudományos közleményt publikált. Az első kérdés, hogy melyik periodikában milyen közlemény jelenjék meg. Viszonylag könnyű az interdiszciplináris lapok, pl. a Science és a Nature helyzete, ezek csak szélesebb érdeklődésre számot tartó kéziratokat fogadnak el. A többi szakmai folyóirat gyakorlatilag minden tárgykörébe tartozó kéziratot leközi. Sőt a kiadóknak a szokásostól eltérő tanulmányoknak is helyet kell adni. Dyson, egy elméleti fizikai folyóirat szerkesztője mondta, hogy kétféle anyagot közölnek: amit mindenki megért, és olyat, amit senki sem ért, mert az utóbbiaknál sose lehet tudni...

A kiadóknak azt biztosítaniuk kell, hogy lapjukban a hibás vagy tévhitet terjesztő közlemény ne jelenjék meg. Ennek megállapítása a szakmai lektorok feladata, akiknek arra is ügyelniük kell, hogy a szerző ne állítson többet, mint



amennyi közölt adataiból egyértelműen kiderül. Sok a panasz a szaklektorokra, hogy nem tárgyilagosság és nem elég alaposak. Van, aki helyteleníti, hogy a szaklektorok nevét titokban tartják, tehát a szerző nem tudja meg, hogy ki marasztalja el.

A tudatos csalásért a kiadó nem felelhet. Az egyes szakmák, a szerzőt foglalkoztató intézetek és egyetemek kollektív erkölcsi nyomása nyújthat ez ellen védelmet. A kiadók szerint sok szerző felületes és nem végez gondos munkát.

A természettudományi kutatásban két kultúra van: egyrészt a fizika és a kémia, másrészt a biológia és az orvostudományok. A fizika és a kémia szolid tudományok, eredményeik könnyebben áttekinthetők, ezen a területen nincsenek etikai problémák. Az orvostudomány ezzel szemben „nagyvonalú” tudomány, a közölt eredményeket sokszor nem lehet ellenőrizni. Az amerikai élelmiszer- és gyógyszerellenőrző hatóság megállapította, hogy a terápiás eredményeket közreadó tanulmányok 30 %-a használhatatlan. (*Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 1. April 1992).

**Hogy jut el a közlésig a kézirat** az Analytical Chemistry-nél, amely a legrangosabb kémiai folyóiratok egyike. A szerkesztőség egy hathónapos időszakra számolt be: 437 kéziratot kaptak, amelyek 95 %-át két vagy három lektor nézte át. Ha az első két bíráló véleménye eltért, akkor kapcsolták be a harmadikat. Az átnézés eredményeképpen:

A kézirat(-ot)	esetben	%
kisebb változtatásra volt szükség	177	40,5
jelentős módosításokat hajtottak végre	130	29,7
változtatás nélkül elfogadták	19	4,8
visszautasították ill. visszavonták	111	25,4

12 kézirat nem ment át ezen az eljárásán: 10-et elutasítottak már a szerkesztői átnézés után, 2-t változatlanul elfogadtak, mert azokat a beküldés előtt egy bizottság jóváhagyta.

A visszautasítások okai: 52 %-ban nem volt elég új információ a kéziratban; vagy másutt már publikálták; vagy tartalma jelentéktelen volt; 13%-ban az adatok nem voltak meggyőzőek; 12%-ban kevés volt a tudományos érték. (*Analytical Chemistry*, 48. No. 11.)

## PHILIPS

### PHILIPS ORVOSI MŰSZEREK A GYÓGYÍTÁS SZOLGÁLATÁBAN!

- Hagyományos röntgenberendezések
- Számítógépes tomográfok
- Nukleáris magnetorezonancia tomográfok
- Ultrahang-készülékek
- Lineáris gyorsítók

**MTA-MMSZ KFT. PHILIPS KÉPVISELET**  
1119 Budapest, Etele u. 59-61. II/208.  
Postacím: 1502 Budapest, Pf. 58.  
Tel: 186-9589, 186-9760  
Fax: 161-1021  
Telex: 22-51-14

Szaktanácsadás,  
márkaszervíz, külkereskedelem!  
Kérjen tájékoztatást!





## L Í Z I N G minden formában kedvező áron

- mérésszolgáltatás, műszerjavítás
- egyedi műszerek tervezése és kivitelezése
- környezetvédelmi szolgáltatások
- gépek, műszerek beszerzése

**CSAK EGY TELEFON :**

**161-0000**

vagy tel/fax: 161-2280

Nem kell Önt meggyőznünk a Hewlett-Packard termékek minőségéről.

Szolgáltatásunk minőségéről - választékunk, áraink és kiszolgálásunk alapján győződjön meg.

**V á r j u k l á t o g a t á s á t !**



Üzletházunkban nagy választékban vásárolhatók Hewlett-Packard számítástechnikai és analitikai termékek, valamint tartozékok, fogyóeszközök és egyéb cikkek:

**Számítástechnika :**

- Vectra 386-os PC-k és perifériák
- műszaki-tudományos és üzleti kalkulátorok
- színes tintasugaras nyomtatók (festékpatronok, papírok)
- lézernyomtatók (memóriabővítők, festékkazetták, cartridge-ek)

**A n a l i t i k a :**

- kolonnák, kötőelemek gáz- és folyadékkromatográfokhoz
- integrátorok
- cartridge kolonnák, mintaadagoló hurkok HPLC-hez
- küveták, tartozékok fotométerekhez
- mintaadagoló fecskendők gázkromatográfokhoz

**Üzletházunk címe: 1075 Budapest, Károly krt. 13-15.**

t e l e f o n : 268-0820  
telefon/fax: 142-1169

Nyitva : hétfőtől - csütörtökig 9 - 17 h-ig  
pénteken 9 - 14 h-ig

---

**MTA-MMSZ Kft. 1119 Budapest, Etele út 59-61.**



Dräger-Prometheus

# Dräger

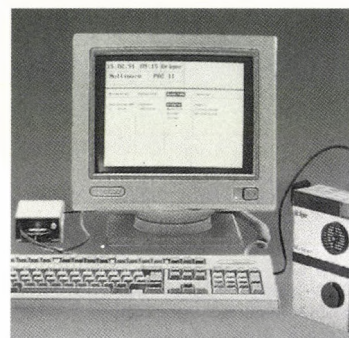
## MULTIWARN SZÉRIA



Ha többféle gáz koncentrációját folyamatosan és egyidejűleg ellenőrizni kívánják, a MULTIWARN készülék használata az ideális megoldás!

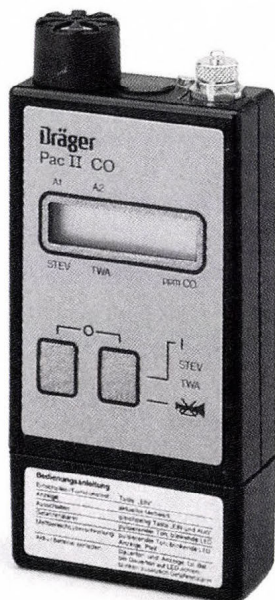
Az Ex, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub>S gázok közül 3 féle gáz egyidejű mérésére alkalmas, pumpás és diffúziós kivitelben. Az Ex és/vagy O<sub>2</sub> mellett a toxikus gázérzékelő variálható. A folyamatosan mért és kijelzett, - egy perces időközökben rögzített és tárolt, - adatok bármilyen IBM kompatibilis számítógépen (egy csatlóegység segítségével) grafikus vagy numerikus formában megjeleníthetők!

- elektrokémiai, - pellisztor, - és infravörös elven működő szenzorokkal direkt CO<sub>2</sub> mérés!
- mikroprocesszorral
- 3 digitális kijelzővel
- gázonként 2 vészkiűzbértékkal
- optikai- és akusztikus vészjelzéssel
- expozíció kiértékeléssel /TRGS 402 előírása szerint/
- 8 órás adattárolóval
- számítógép csatlakoztatással
- toxikus méréstartomány kb. 1-10 MAK értékkel
- kb. 1,4 kg súllyal



## PAC II SZÉRIA

Ha a működési területükön jellemzően csak egyféle veszélyes gáz fordulhat elő, pl: motorpróbabadoknál, vagy az acéliparban, az ásványolajfeldolgozásnál stb. célszerű a kisméretű, PAC II. személyi ellenőrző - névre kódolható - műszert alkalmazni!

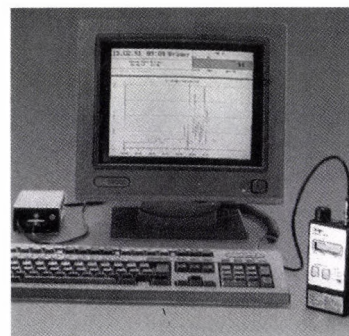


PAC = Personal Air Control  
/személyi levegő ellenőrző/

- elektrokémiai szenzorral
- mikroprocesszorral
- digitális kijelzéssel
- 2 vészkiűzbértékkal
- optikai- és akusztikus vészjelzéssel
- expozíció kiértékeléssel /TRGS 402 előírása szerint/
- 8 órás mért adattárolóval
- számítógép csatlakoztatással
- méréstartomány kb. 1-10 MAK értékkel
- kb. 280 g súllyal

MÉRHETŐ GÁZOK:

O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HCN, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>, SH<sub>4</sub>  
Robbanásveszélyes gázoknál a méréstartomány: 0-100 % ARH



**Dräger-Prometheus**

Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.  
1108 Budapest, Gyömrői út 140.  
Tel./fax: 147-3536, 147-5735



# FLUKE®



# PHILIPS

Most érkezett!

## ALACSONY ÁRFEKVÉSŰ FLUKE KÉZI MULTIMÉTEREK 2 ÉV GARANCIÁVAL KÉSZPÉNZÉRT RAKTÁRUNKBÓL



- 4000 mérőpontos kijelzés, autó és kézi méréshatárváltás
- AC és DC feszültség 600 V-ig, ellenállásmérés 40 MOhm-ig
- Gyors folyamatosságellenőrzés, dióda vizsgálat hangjelzéssel
- Kapacitásmérés 1 nF-9999  $\mu$ F (11 és 12 típus)
- V-CHEK: automatikus feszültségmérés (11 és 12 típus)
- Min./max. érték 100 órás időmegadással (12 típus)
- Rövid idejű zárlatok és szakadások regisztrálása (12 típus)

Áraink: Fluke 10: 8 400 Ft + ÁFA  
Fluke 11: 9 900 Ft + ÁFA  
Fluke 12: 11 500 Ft + ÁFA

### Megvásárolható:

MTA-MMSZ Kft. Philips Képviselő  
1119 Budapest, Etele út 59-61. II/208.  
Telefon: 186-9589, 186-9760  
Fax: 161-1021

Ugyanitt szaktanácsadás, márkaszerviz külkereskedelem!  
Nálunk bármilyen Philips vagy Fluke műszert megrendelhet!



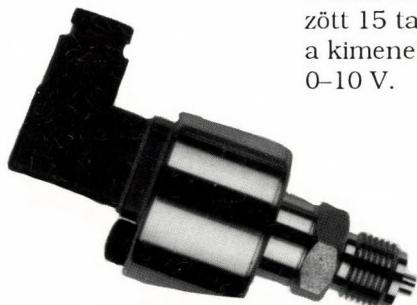
# PHILIPS

## ALACSONY ÁRFEKVÉSŰ PHILIPS NYOMÁSÉRZÉKELŐKET AJÁNUNK 1 ÉV GARANCIÁVAL OMH TÍPUSBIZONYÍTVÁNNYAL ÉS KBFI IMPORTENGEDÉLLEL!

**P20** abszolút és relatív nyomásra 25 kPa-40 MPA között 19 tartományban, kimenet 4-20 mA.

**P21** abszolút és relatív nyomásra 100 kPa-40 MPA között 15 tartományban, kimenet 4-20 mA.

**P22** abszolút és relatív nyomásra 100 kPa-40 MPA között 15 tartományban a kimenet: 0-5 V, 1-6 V, 0-10 V.



A Philips által kifejlesztett új nyomásérzékelő és mérőátalakító családnak nincs mozgó alkatrésze, kiváló a stabilitása, a reprodukálhatósága és természetesen rendelkezik hőfokkompenzációval. Robbanásveszélyes helyekre is alkalmazható. A menetes rész 1/2 colos vagy 20x1,5 mm-es lehet. A ház rozsdamentes acélból készül. Az ára? Kevesebb, mint gondolná! Keressen meg bennünket!

### MTA-MMSZ KFT. PHILIPS KÉPVISELET

1119 Budapest, Etele u. 59-61. II/208.  
Postacímünk: 1502 Budapest, Pf. 58.  
Tel.: 186-9589, 186-9760, Fax: 161-1021  
Telex: 22 51 14

Szaktanácsadás, márkaszerviz, külkereskedelem! Kérjen tájékoztatót! Nálunk bármilyen Philips Ipari Automatizálási terméket megvásárolhat!

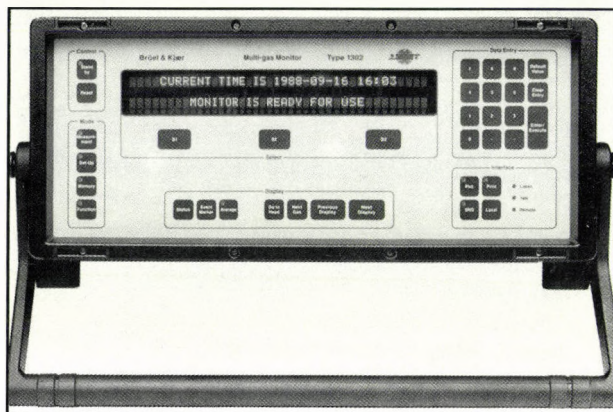


# KÜLFÖLDI MŰSZERÚJDONSÁGOK

Összeállította: **KÓFALVI JENŐ**

## Hordozható infravörös multigázelemző, 1302 típus.

Brüel & Kjaer, Naerum, Dánia



1. ábra. A Brüel & Kjaer cég 1302 típusú gázelemzője

Az 1. ábrán látható gázelemzőt nagy pontosság, megbízhatóság, stabil mennyiségi gázanalízis és mikroszámítógépes vezérlés jellemzi. A műszer működése a fotoakusztikus spektroszkópia elvén alapszik. Ha egy gázt tartalmazó cellába fénysugár esik, nyomás növekedés lép fel, mivel abban a gázmolekulák abszorbeálják a fényenergia egy részét. Legnagyobb a nyomásnövekedés akkor, ha a beeső fény hullámhossza megegyezik a mérendő gáz abszorpciós hullámhosszával. A nyomásváltozás arányos a gáz koncentrációval. A nyomásváltozás jól követhető nagyérzékenyséű kondenzátor mikrofonnal, amelynek kimenetén már feszültség jelet kapunk. A fénysugarak szaggatásával a detektor kimenetén a jel periodikussá tehető és továbbiakban váltóáramú erősítéssel és fázisérzékeny, frekvencia szelektív jelfeldolgozással növelhető a mérés pontossága. A szelektivitást keskenysávú optikai szűrőkészlet biztosítja, amelyet a mérendő gáz infravörös elnyelési spektrumának megfelelően választhatunk ki. A mérési elvből és a beépített automatikus korrekciókból következően a készülék érzékenységét elég negyedévente ellenőrizni és szükség esetén kalibrálni. Az eredmények pontossága az egyszerű mért gázok közti keresztkompenzációval tovább javítható. Fontosabb kiegészítő tartozék a hatpontos mintavevő és adagoló, az 1303 típus.

Főbb műszaki jellemzők:

Működési elv:

fotoakusztikus infravörös spektroszkópia.

Mérési idő:

30 s (egy mérendő gáz),

105 s (öt mérendő gáz).

Érzékelési küszöb:

$10^{-3}$ ... 1 ppm (gázminőség függő).

Dinamikus tartomány:

$10^5$  (az alsó detektálási küszöb 100 000-szerese).

Mért érték kijelzése:

mg/m<sup>3</sup> vagy ppm választható.

Ismétlőképesség:

1% (mért értékre).

Adattárolási képesség:

12 nap mintaregisztrátuma, ha öt gázt tíz-percenként mérünk.

Beépített interfészek:

IEEE 488 és RS-232-C.

Kalibrálás:

száraz és nedves levegő, 1 v. 2 különböző koncentrációnál, elegendő negyedévenként egyszer.

## Lineáris helyzetbeállító készülék

Carl Schenk AG., Darmstadt, Németország

A 2. ábrán egy pontos, gyors, lineáris helyzetbeállító készüléket mutatunk be, amely jól használható például hőerőgépek kutatásában és fejlesztésében, ahol az égéstermékek vizsgálatakor szükséges beállítási pontosság, reprodukálhatóság és gyorsaság igényeinek együttes kombinációja a megszokott lineáris osztókkal nem érhető el.

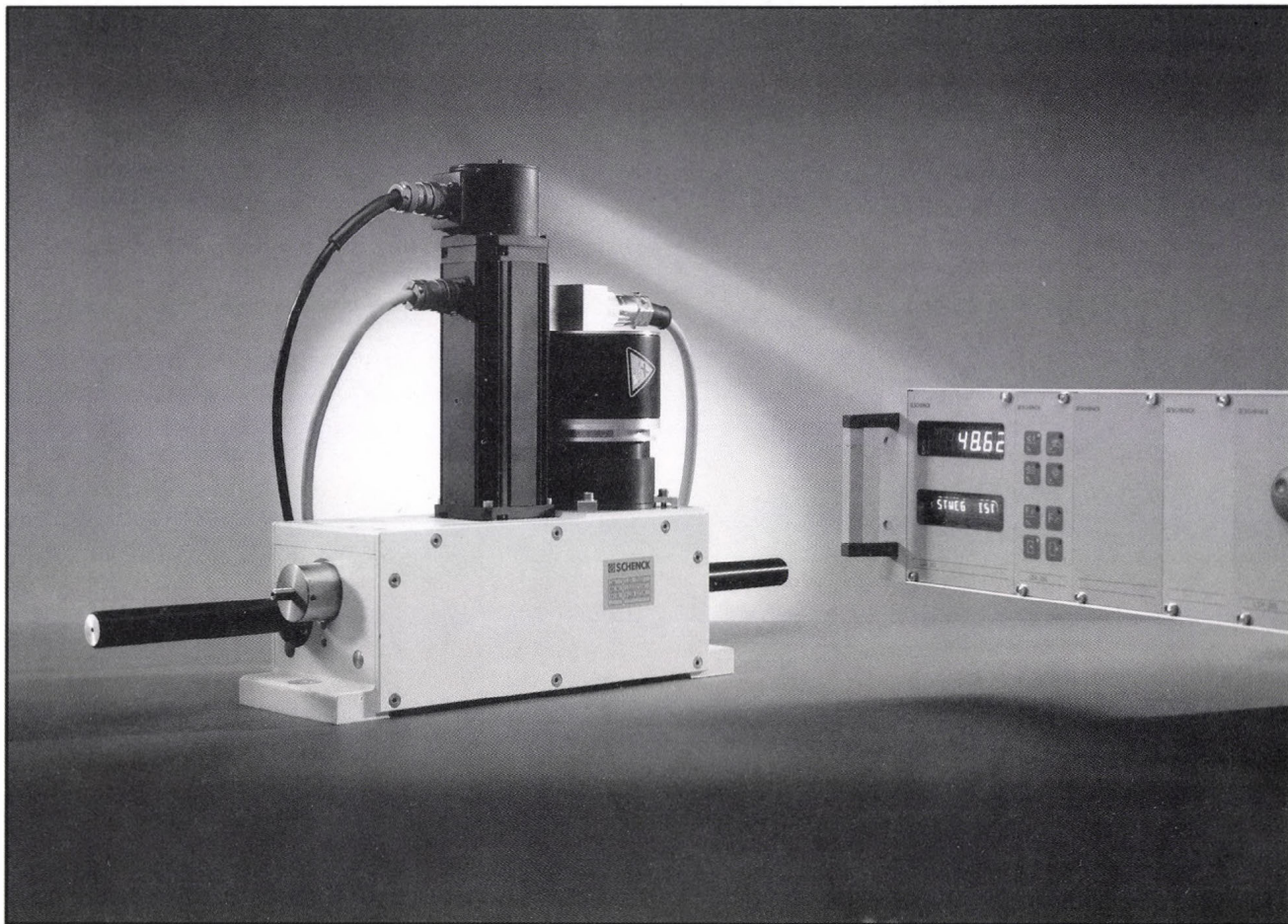
A készülék különösen ott tesz jó szolgálatot, ahol nagyon rövid – rövidebb mint 100 ms-os – szabályozó jelek fordulnak elő. A beállítás eltérése terhelés alatt is kevesebb mint 50  $\mu$ m. Ezt a dinamikus helyzeti és beállítási feladatot teljesíti az ipari kivitelű (IP 54 védetségű fokozatú) készülék nagy termikus és mechanikai megterhelés mellett.

A készülék mechanikusan és automatikusan működtethető. Használatát menürendszer, valamint az előtolás vezérlésére numerikus megjelenítő egyszerűsíti. A készülék alkalmas automatikus rendszerekben való felhasználásra is.



A könnyen karbantartható berendezés 220 V-os hálózatról üzemeltethető.

tosságai a széles mérési tartomány, az önkalibráló fluoreszcens érzékelő és a szimultán kijel-



2. ábra. Schenk gyártmányú lineáris pozicionáló

### **Többcsatornás fluoroptikai hőmérsékletmérő, 790 típus.**

*LUXTRON, Santa Clara, USA*

A Luxtron cég kutatói fedezték fel azokat a lumineszkáló foszfor anyagokat, amelyek sikeresen alkalmazhatók hőmérséklet érzékelésére kedvezőtlen körülmények között. A szabadalommal védett technológia szerint hőmérséklet-érzékeny foszfort visznek fel kvarc száloptika végére, amelyet a készülékhez csatlakoztatnak. Ibolyakék fényimpulzust küldenek le a szálon, amely a foszfort gerjesztett állapotba hozza. Az egyes gerjesztési impulzusok után a fluoreszcencia lecsengése a hőmérséklettel arányosan változik. Az így kialakított szenzor mintegy 0,1 °C abszolút pontosságú. A fluoreszcens lecsengési időt a lebomlási görbe digitális integrálásával mérik. Ugyanaz a száloptika viszi át a gerjesztési fényimpulzust és azon tér vissza a fluoreszcens jel is. A 3. ábrán látható műszer saját-

zék négy csatornán. A műszer használható olyan különleges körülmények között is, ahol a hagyományos érzékelők nem megbízhatóak, például nagyfeszültségű vagy rádiófrekvenciás és mikrohullámú terek, mikrohullámmal fűtött kályhák, plazma folyamatok, transzformátorok és nagyfeszültségű kapcsolók érintésses és érintés nélküli hőmérséklet mérésekor. Félvezetőgyártásban is elterjedten használják az áramkörök



3. ábra. A Luxtron cég 790 típusú négycsatornás hőmérsékletmérője



hőtesztelésére, rétegnövesztésnél, plazma maratásnál és szubsztrát hőmérséklet mérésénél. A különféle feladatokhoz a gyártó többféle, speciális kialakítású szenzort ajánl.

Főbb műszaki jellemzők:

*Hőmérséklettartomány:*

-200...+450 °C.

*Kalibrálatlan pontosság:*

2,0 °C.

*Kalibrált pontosság:*

0,1 °C a kalibrálási pont környezetében,

0,5 °C 50 °C-szal a kalibrálási pont körül,

1,0 °C 100 °C-szal a kalibrálási pont körül.

*Ismétlőképesség:*

±0,1 °C.

*Megszólalási idő:*

250 ms.

*Hőmérséklet felbontóképesség:*

megjelenítőn 0,1 °C,

RS-232-C interfészen: 0,01 °C,

analóg kimeneten: 0,024 °C.

*Kimenet:*

RS-232-C és analóg ±5 V.

*Mintavételi sebesség :*

4 minta/s (max.).

*Kijelzés:*

24 karakteres LED (állítható fényerő).

### **Érintésnélküli univerzális fordulatszám mérő, MOVIPORT C 118 típ.**

Braun GmbH, Waiblingen, Németország

A kézi műszer egyaránt használható fordulatszám, sebesség és áramlás mérésére. Az említett fizikai mennyiségek 1/s, 1/min és 1/h egységekben mérhetők. Különleges alkalmazásokhoz a kijelzés illeszthető. Fotoelektromos, induktív érzékelők, futókerék jeladó (érintéses szalagsebesség méréséhez) és más impulzusjeladó forrás csatlakoztatható egyszerű dugaszolással a műszerhez. A fotoszonda biztos dugaszolását feltűnő piros fény jelzi. A 4. ábrán látható műszer telepről és adapteren keresztül hálózatról üzemeltethető.

Főbb műszaki jellemzők:

*Fordulatszám méréstartomány:*

1/min ... 1 000 000/min.

*Analóg kimenet:*

0... 1 V, 100 Ohm-on.

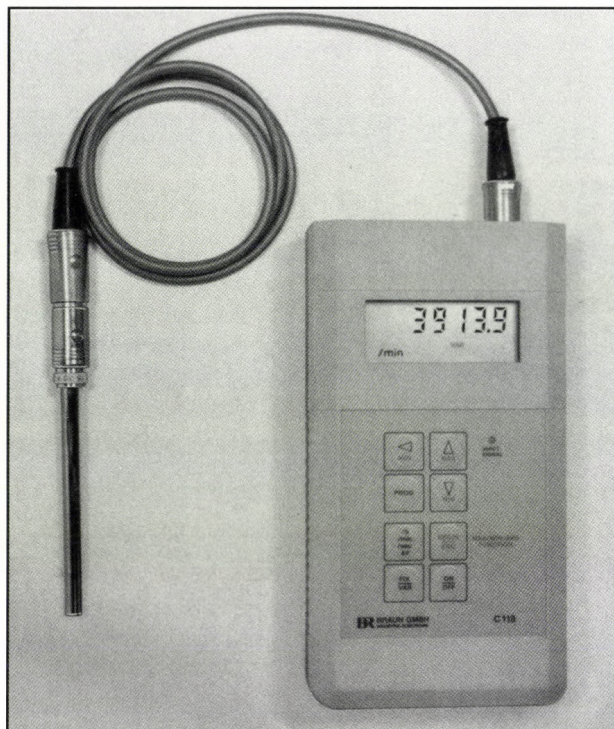
*Adatfeldolgozás:*

középtérték számítás, szélsőérték tárolás.

*Kijelzés:*

8 digit, folyadékkristályos.

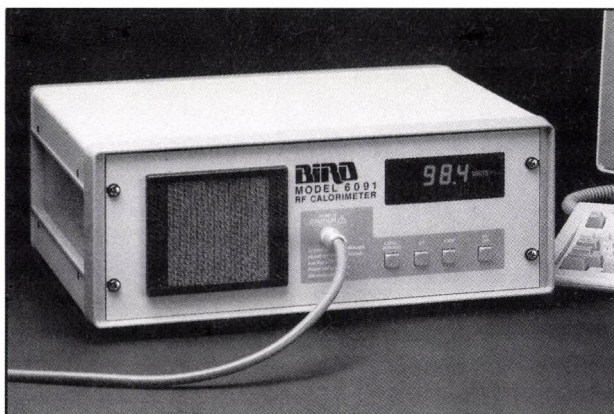
Kívánságra RS-232-C interfésszel kiegészíthető.



4. ábra. A Braun cég MOVIPORT C 118 típusú kézi fordulatszám mérő műszere

### **Nagy pontosságú rádiófrekvenciás teljesítménymérő, 6092 típ.**

BIRD, Cleveland, USA



5. ábra. Bird gyártmányú nagy pontosságú termikus teljesítménymérő

A gyártó cég 5. ábrán látható új modellje áttörést jelent az átáramlásos (kalorimetrikus) teljesítménymérők között. A műszerrel olyan mérési pontosság érhető el, hogy azt kalibráló etalonként használhatjuk más wattmérők hite-



lesítésénél. A mérés során a rádiófrekvenciás bemenetnél elhelyezett terhelő ellenállást az áramló hűtőközegbe (víz) merítik. A térfogatáramot optikai szenzor méri  $\pm 0,1\%$  pontossággal, a tömegáramlást  $\pm 0,22\%$  pontossággal lehet meghatározni. A hűtőközeg be- és kilépő hőmérsékletét  $\pm 0,007^\circ\text{C}$  pontossággal mérik termisztorok segítségével. A be- és kilépő hűtőközeg hőmérséklet különbsége közvetlenül arányos a precíziós terhelőellenállás hődisszipációjával. A hűtőközeg egy hőcserélőben adja le a hőenergiáját és visszakerül egy tárolóba a recirkuláltatáshoz.

A műszer előlapján egyetlen többfunkciós kijelzősor van. Ezen alaphelyzetben a mért rádiófrekvenciás teljesítmény értéke látható, de ugyanitt jelenik meg a hűtőközeg hőmérséklet változása, áramlási sebessége és a helyi üzenetek és címek rendszerbeli használatkor. A kijelző funkciója nyomógombokkal váltható. A műszer jól hasznosítható rádiófrekvenciás jelek mérésénél kutatásban, kalibrációnál, tervezésnél, laboratóriumi és automatizált vizsgálatoknál egyaránt, ahol nagy pontosság szükséges.

Főbb műszaki jellemzők:

*Teljesítmény tartomány:*

10... 200 W (az átlagteljesítmény független a hullámalaktól).

*Frekvenciatartomány:*

DC... 2,5 GHz.

Mérés: 10...25 W között a leolvasás  $\pm 3\%$ -a,  
25...200 W között a leolvasás  $\pm 1,25\%$ -a.

*Megszólalási idő:*

max. 1 min a végérték 97%-ának az eléréséhez.

*Mintavételi sebesség:*

3 leolvasás/s.

*Névleges bemeneti impedancia:*

50 Ohm.

*Távműködtetés:*

GPIB/IEEE 488.

*Kijelzés:*

4 digit LED.

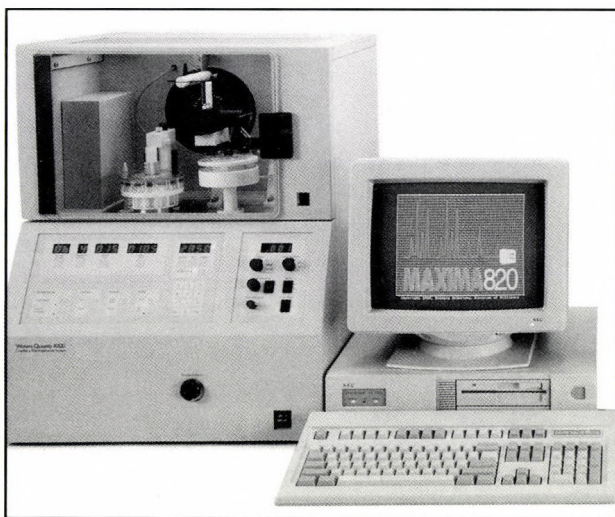
### **Kapillárelektroforézis készülék, Quanta 4000 típus.**

Waters, Milford, USA

A kapillárelektroforézist mint lehetséges elválasztási technikát először 1967-ben javasolták, azonban az első kísérleti leírások csak 1979-ben jelentek meg, és a kereskedelmi készülékek 1988-ban tűntek fel a piacon. A

kapillárelektroforetikus analízis egyesíti magában a hagyományos elektroforézis és a nagynyomású folyadékkromatográfia számos előnyét azok hátrányai nélkül és elválasztó teljesítménye azonos vagy sok esetben jobb, mint a folyadékkromatográfiaé. A módszer előnyei a nagy átbocsátóképesség, a nagy felbontóképesség, pontos mintaadagolás és minimális (mikroliteres) mintaigény. Az elválasztott komponensek közvetlenül on-line detektálhatók az analízis alatt, ellentétben a hagyományos elektroforézissel.

A kapillárelektroforézis készülékek detektorból, nagyfeszültségű tápegységből és elektroforetikus egységből állnak. Utóbbi tartalmazza a kapillárist, amelyhez két puffer tároló csatlakozik a nagyfeszültségű elektródokkal. Ennél a módszernél nincsenek drága kromatográfias oszlopok és szerves oldószerek, többnyire egyszerű pufferoldatok szükségesek az analízishez. A készülék kezelése igen egyszerű, nem igényel különösebb szakértelmet, a pufferrel és a 30 kV-os nagyfeszültségű tápegységgel optimalizálhatjuk az elválasztást. A készülék a 6. ábrán látható.



6. ábra. Waters gyártmányú Quanta 4000 kapillárelektroforézis készülék számítógépes munkaállomással

*A rendszer néhány sajátossága:*

- önműködő vezérlés, felügyelet nélküli és módszerek kifejlesztése üzemmódhoz,
- nagyérzékenységű ultraibolya detektor,
- frakció gyűjtése összetett mintákból a vegyület gyors azonosítása céljából,
- hidrosztatikus és elektromigrációs injektálás,
- szeptumnélküli lezárás a minták és elektrolitok szennyeződésének és a párolgásának megakadályozására,
- csereszabatos nagyfeszültségű tápegységek.



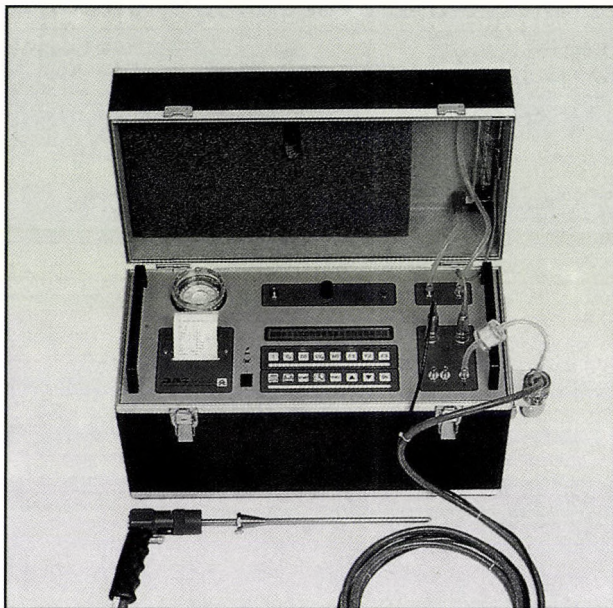
Főbb műszaki jellemzők:

Nagyfeszültségű tápegység feszültségtartománya: 0...30 kV (áram: 250  $\mu$ A) (Kívánságra negatív polaritással is rendelhető.)

Ultraibolya detektor hullámhossz: 185, 214 és 254 nm (kívánságra más hullámhosszak is).

#### Füstgázanalizátor, MSI 2500 PT típ.

Drägerwerk AG., Lübeck, Németország



7. ábra. A Dräger cég MSI 2500 PT típusú füstgázelemzője

A 7. ábrán bemutatott műszer új tüzelés-technikai berendezések üzembe helyezésénél és meglévő berendezések működésének optimalizálásánál, működési rendellenességeinek feltárásánál használható. A sokoldalú készülék 11 különböző paramétert mér, illetve számít. Számítógép segítségével megvalósítható mérés közben a párbeszédés üzemmód, a kijelzőn leolvashatók a pillanatnyi mért értékek is. Beépített hőnyomtató rögzíti a mérési adatokat. A műszer bekapcsoláskor 3 min alatt önkalibrációt hajt végre, ennek során a szenzorok aktuális jeleit összehasonlítja a tárolt értékekkel és beállítja a nulla pontot. Öntesztelés után fény és akusztikus jelzés van a mérés indításához. A mérés automatikusan és kézi vezérléssel történhet.

A felügyelet nélküli automatikus üzemeltetés 8 h-n át lehetséges. Helytelen működés esetén hibaüzenetek adnak információt a hiba jellegéről. Beépített védőszűrő és szárító gondoskodik a mérést zavaró szennyezők és a kondenzátum eltávolításáról. Adott üzemidő után a készülék automatikusan kér szenzor vizsgálatot és újrakalibrálást.

Főbb műszaki jellemzők:

Paraméter	Mérési elv	Mérési tartomány	Felbontás	Élettartam
léghőmérséklet	Pt-ellenállás	0...100 °C	1 °C	–
gáz hőmérséklet	NiCr-Ni hőelem	0...1200 °C	1 °C	–
oxigén	elektrokémiai	0...20,9 tf%	0,1 tf%	1 év
szénmonoxid	elektrokémiai	0...4000 ppm	1 ppm	1-2 év
széndioxid	számítva tüzelőanyag szerint		0,1%	–
kéndioxid	elektrokémiai	0...1500 ppm	1 ppm	2 év
nitrogénoxid	elektrokémiai	0...1000 ppm	1 ppm	2-3 év
huzat/nyomás	nyúlásmérőbélyeges	-10...+12 hPa	0,01 hPa	–
tüzelés-technikai hatásfok	számítva	0...100%	0,1%	–
légfelesleg tényező	számítva	1,0...99	0,01	–
koromszám	szűrőpapír	0...9 Bacharach szerint		



**Kijelzés:** 20 karakter folyadékkristályos, megvilágítással.

**Óra:** naptáras, átmeneti tárolóval.

**Osztálypontosság:** 2.

**Áramellátás:** 220 V, 50 Hz hálózat.

### **Digitális oszcilloszkópok 9320/24 típ.**

*LeCroy Corp., Chestnut Ridge, USA*

A 9320/24 általános célú készülékek, amelyek kibővítik a digitális oszcilloszkópok képességeit az 1GHz-es sávszélességig. Az oszcilloszkópokat elsősorban periodikus jelek méréséhez javasoljuk, amelyeket 20 GS/s ekvivalens mintavételi sebességgel mintavételez. Néhány MHz-es tranziens jelek is vizsgálhatók 20 MS/s tranziens mintavételi sebességgel.

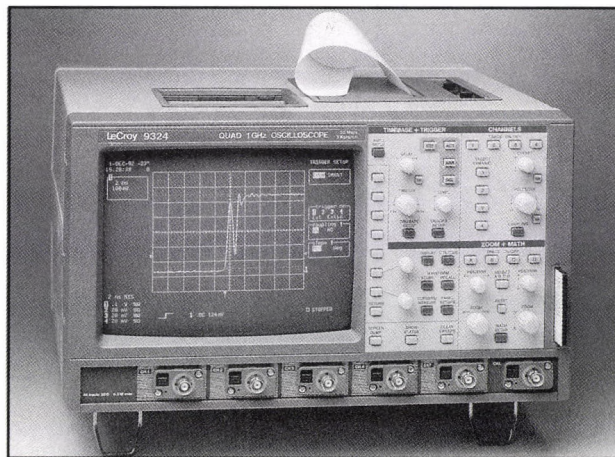
Az alkalmazott digitális technológia nyújtja azokat a szolgáltatásokat, ami egy digitális oszcilloszkóptól elvárható: elő-trigger, közvetlen képernyő nyomtatás, teljes programozhatóság stb. A 9300-as család alaposan kipróbált felhasználói interfésze biztosítja az egyszerű kezelést és a felhasználó munkájának hatékonyságát.

A LeCroy ProBus™ intelligens mérőszonda rendszere lehetővé teszi a szonda típusának automatikus érzékelését, valamint a LeCroy aktív FET szondáinak csúcsainál a változtatható offszetet, amely offszet és csatolás az oszcilloszkóp előlapjáról állítható.

Az alapjelre két késleltetett időalap állítható és jeleníthető meg, ami egyedülálló felbontást és időmérési pontosságot eredményez. A kibővített trigger lehetőségek, beleértve a tűske, minta (pattern) és logikai triggereket, drasztikusan egyszerűsítik az elektronikus rendszerek ellenőrzését és hibakeresését.

A beépített DOS kompatibilis *floppy-lemez* meghajtó és *memóriakártya* opciók segítségével

jelalakok, mérési beállítások tárolhatók és vihetők át PC-re. Közvetlen lehet nyomtatni a GPIB, RS-232 vagy Centronix portokon printerre, plotterre is. A készüléknek van *beépített-printer* opciója is. További opciók bővítik a készülék jelfeldolgozó képességeit mind az idő, mind a frekvencia tartományban, pl. FFT analízis (8. ábra).



8. ábra. LeCroy gyártmányú 9324 típusú digitális oszcilloszkóp

Fontosabb jellemzők:

- két/négy csatorna,
- fő és két késleltetett időalap a pontos időmérésekhez,
- LeCroy ProBus™ mérőszonda,
- tűske, minta (pattern), állapot logikai trigger,
- automatikus jó/nem jó (PASS/FAIL) teszt,
- opcióként: beépített printer,
- beépített DOS kompatibilis floppy lemez meghajtó és memóriakártya opció,
- perzisztancia és XY mód,
- teljes programozhatóság GPIB és RS-232 buszon keresztül.



# GOSSEN-METRAWATT GMBH

## KÉPVISELETE TISZTELETTEL AJÁNLIJA ÖNÖKNEK A KÖVETKEZŐ MŰSZEREKET

GOSSEN  
METRAWATT  
CAMILLE BAUER

Thomas-Mann-Straße 16-20  
8500 Nürnberg 50  
Telefon (0911) 8602-523  
Telefax (0911) 8602-674  
Telex 62372930 mw d

- **Digitális-Analóg kéziműszerek**
- **Lakatfogók**
- **Teljesítmény mérők**
- **Hálózati analizá-  
torok**



## ÉRINTÉSVÉDELMI MŰSZEREK

/Szigetelés, földellenállás, hurokellenállás/

- **Ellenállás mérők**
- **Mérőhidak**
- **Digitális hőmérsékletmérők**

**VÁRJUK ÉRDEKLŐDÉSÜKET, MEGRENDELÉSÜKET!**  
Kérjenek részletes termék ismertetőt!

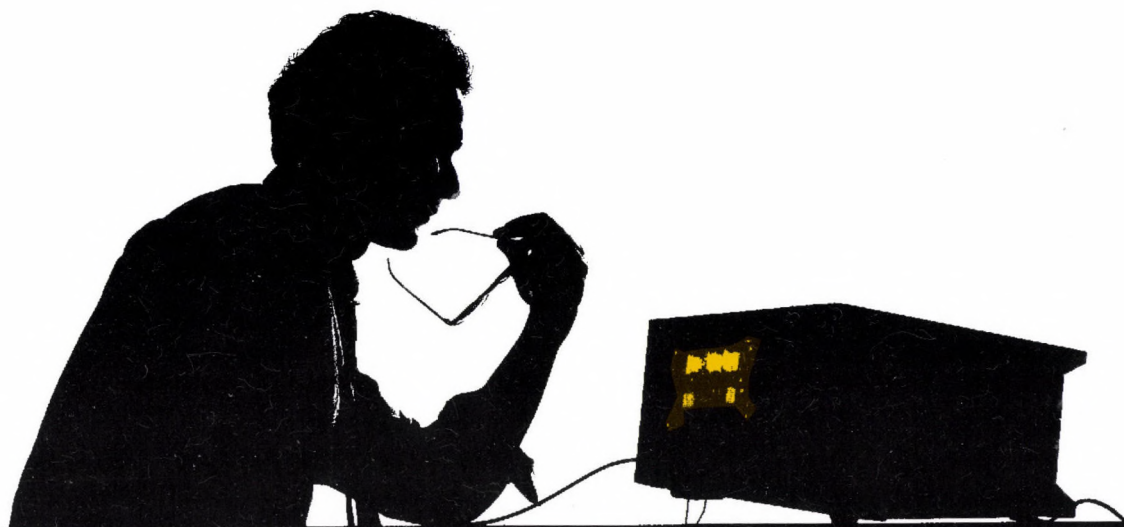
**Szaktanácsadás-Forgalmazás-Szervíz**

**SERVINTERN SZÖVETKEZET** /ül.: Köves Tamás/

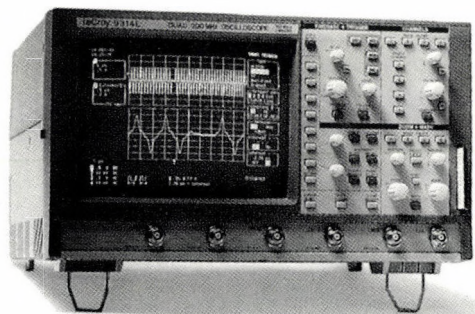
1078 Budapest, Marek J. u. 28. Tel.: 122-2443 Fax: 142-4186



# A LeCroy 9300-as oszilloszkópcsaládja



## A teljesítmény, minőség és az elérhetőség tökéletes harmóniája



A LeCroy új 9300-as digitális tároló oszcilloszkópcsaládja most már 9 modellt kínál Önnek, amelyek teljesítik műszaki - és anyagi ! - követelményeit is.

6 modell 300 MHz, 1 típus 175 MHz, a legújabb 2 oszcilloszkóp pedig **1 GHz sávszélességű**. Választhat 2 illetve 4 csatornás modellek közül, egyeseknél akár 1 millió pont/csatorna esemény-memóriamélységig. A LeCroy által elsőként használt DOS-kompatibilis memóriakártya is rendelkezésére áll. A 9300-as család speciális tulajdonságai a kibővített PASS/FAIL (jó/nem jó) teszt, a jelfeldolgozás (integrálás, deriválás, logaritmus, átlagolás stb.), az FFT analízis csakúgy, mint a memória szegmentálhatóság vagy a DROPOUT (jelkimaradás) illetve WINDOW trigger.

**A legújabb opciók: a belső floppy-meghajtó, és a beépített printer!**

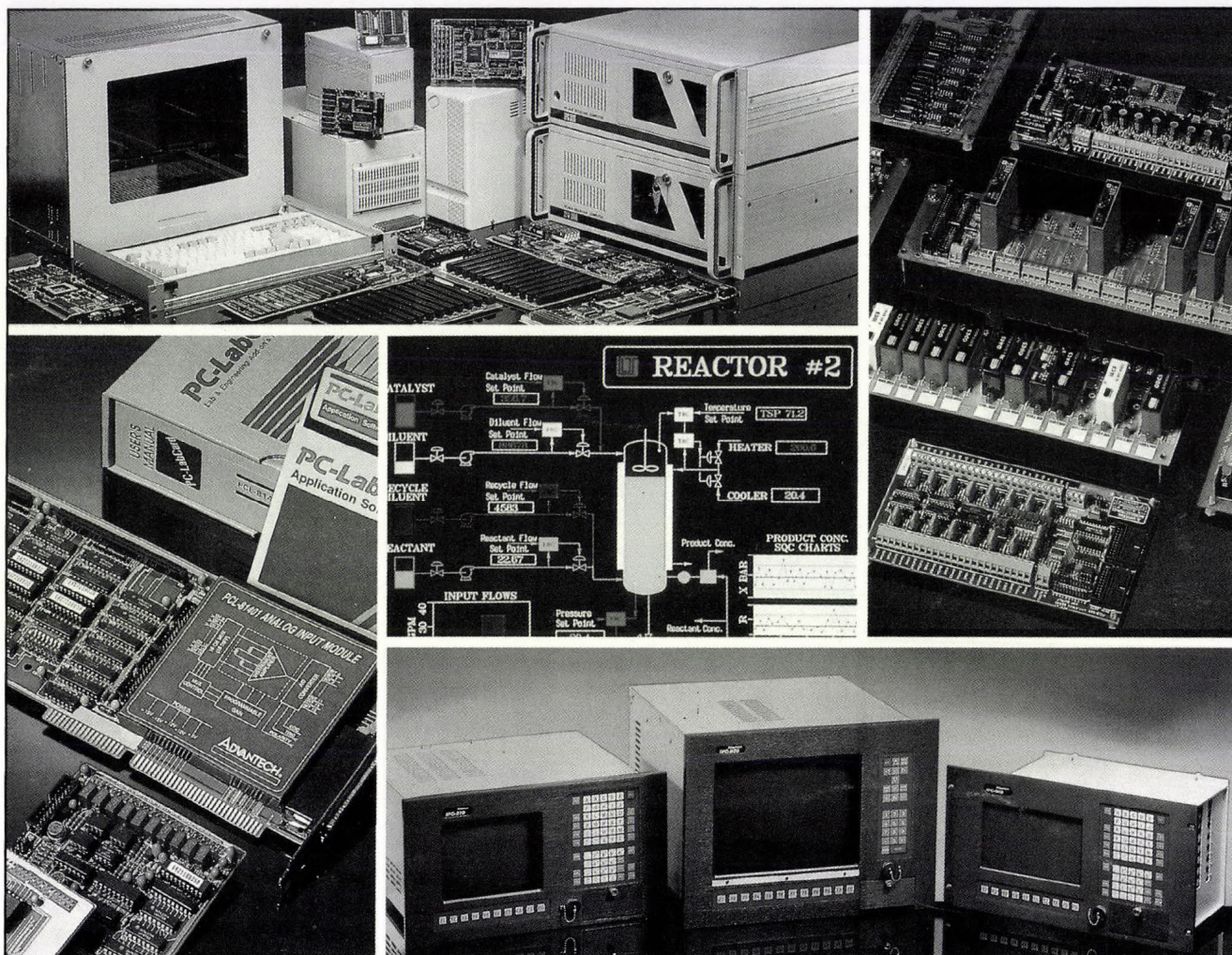
A LeCroy cég kizárólagos magyarországi képviselője:  
**ELSINCO BUDAPEST KFT.**

1136 Budapest XIII. ker, Pannónia utca 8. IV/1. Telefon: 269-1850 Fax: 132-6927

# LeCroy

Innovators in Instrumentation





**ADVANTECH**  
Industrial & Lab. Automation with PC

• Mérésadatgyűjtés  
• Folyamatirányítás

• Ipari PC  
• Szoftverek

**LABTECH**

- 19"-os rack-be szerelhető ipari PC házak
- IP54-es védettségű PC munkaállomások
- Monitor szerelvény 19"-os rack-hez
- Érintő képernyő
- 19"-os rack-be szerelhető billentyűzet
- 19"-os szekrények
- 286/386/486 ipari CPU kártyák
- RAM/ROM diszk kártyák
- PC-be dugható analóg és digitális I/O, számláló, léptetőmotor vezérlő kártyák
- Külső jelformáló egységek
- IEEE-488, RS-232/422/485 csatlók
- Elosztott adatgyűjtő egységek RS-485-ös hálózaton
- Adatgyűjtő, folyamatirányító, adatfeldolgozó és minőségellenőrző szoftverek

**Kérje Ön is 180 oldalas, ingyenes termékkatalógusunkat !**



**SELECTRADE**  
computer

1141 Budapest, Mogyoródi út 166/B.

Tel./Fax: 163-2905, 251-2745, 251-7755, 252-3071, 252-6130

Fax: 251-7988



***Járt már Ön Budapest belvárosi  
kereskedelmi negyedének  
legújabb környezetvédelmi  
műszerszálonjában?***

Kérjük, látogassa meg **Üzletházunk**-at.  
Cím: Budapest VII., Károly körút 13-15.

Ha már egyszer volt nálunk, nem kell Önt meggyőzni,  
hogy újra eljöjjön.

Nálunk megtalálja: a környezetvédelmi (levegő-,  
víz- és talajvizsgáló) műszerek,  
elektronikus műszerek,  
műszertartozékok,  
alkatrészek, fogyóanyagok, kéziműszerek  
nagy választékát.

Jól képzett szakembereink szívesen állnak az Önök ren-  
delkezésére  
udvarias, gyors kiszolgálással, szaktanácsadással.

***Kérjük, forduljanak hozzánk bizalommal  
telefonon vagy telefaxon***

**142-1169**

***illetve személyesen***

Budapest VII., Károly körút 13-15.



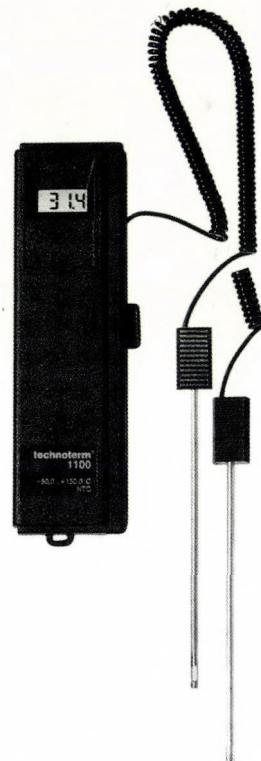
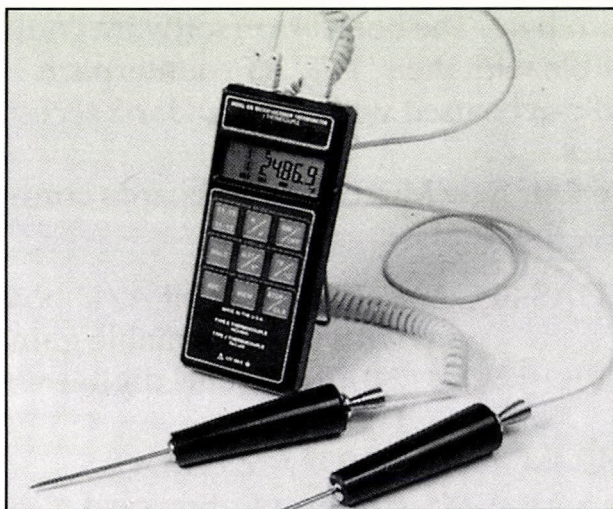
## A kölcsönműszerpark szaporulata

Összeállította: **BOROSS GÉZÁNÉ**

### **Digitális hőmérsékletmérő, 820 típus.**

*Keithley gym.*

- méréstartomány  $-200...+1372\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- három különböző érzékelő, két bemenet,  $T_1$ ,  $T_2$  és  $T_2-T_1$  mérés,
- max. és min. indikálás, SCAN üzemmód,
- telepes készülék regisztráló kimenettel.



*Digitális hőmérsékletmérő, 1100 típus.*

### **Digitális hőmérsékletmérő, 1100 típus.**

*Testoterm gym.*

- hőmérsékletet mér  $-50...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$  tartományban termisztoros érzékelővel,
- kijelzés 3 és 1/2 számjegyű,
- telepes üzemmód.

### **Digitális hőmérsékletmérő, 7200 típus.**

*Testoterm gym.*

- hőmérsékletet mér  $-100...+200\text{ }^{\circ}\text{C}$  tartományban Pt-100 ellenálláshőmérővel,
- kijelzés 3 és 1/2 számjegyű,
- telepes üzemmód.



*Digitális hőmérsékletmérő, 7200 típus.*



**Digitális hőmérsékletmérő, 9200 típus.**

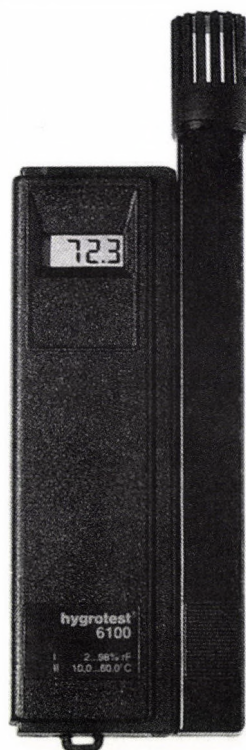
Testoterm gym.

- hőmérsékletet mér  $-20...+1000^{\circ}\text{C}$  tartományban NiCr-Ni hőelemmel,
- kijelzés 3 és 1/2 számjegyes,
- telepes üzemmód.

**Digitális nedvességmérő, 6100 típus.**

Testoterm gym.

- nedvességmérés méréstartománya  $2...98 \text{ rel.}\%$ ,
- hőmérsékletmérés méréstartománya  $-20...+70^{\circ}\text{C}$ ,
- számjegyes kijelzés,
- telepes üzemmód.

**Infralámpás nedvességmérő, LJ-16 típus.**

Mettler gym.

- termogravimetriás mérési módszer,
- szárítási hőmérséklettartomány  $50...160^{\circ}\text{C}$ ,
- a mérés reprodukálhatósága 10 g-os minta esetén 0,03%.

**Fanedvességmérő, 2003 típus.**

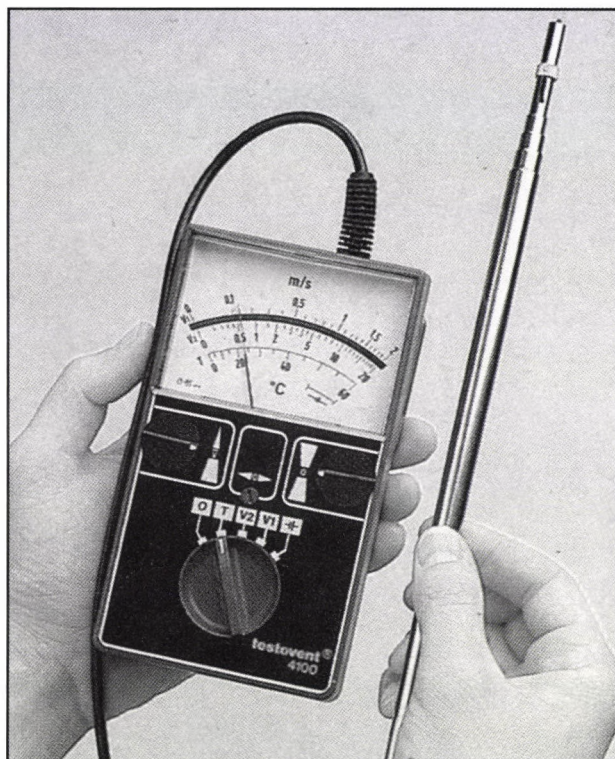
Feutron gym.

- különféle fafajták nedvességének meghatározása  $12...21\%$  között,
- hálózatról és telepről is üzemel.

**Hődrótos anemométer, 4100 típus.**

Testoterm gym.

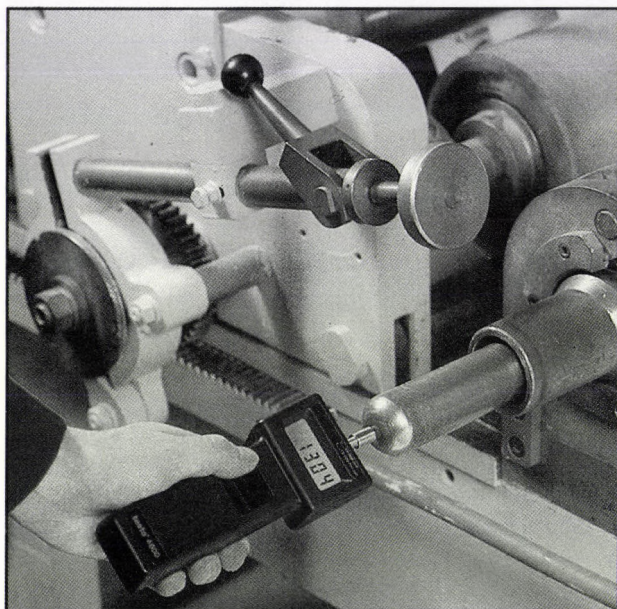
- légsebesség mérése két sávban  $0...20 \text{ m/s}$  tartományban,
- hőmérsékletmérés  $0...60^{\circ}\text{C}$  tartományban,
- telepes üzemmód.

**Tachométer, 4600 típus.**

Testoterm gym.

- fordulatszám-mérés  $1...19\,999 \text{ ford/min}$  tartományban,
- a mérés felbontása 1 ford/min,
- kijelzés 4 és 1/4 számjegy,
- telepes üzemmód.





### **Digitális stroboszkóp, 4700 típus.**

*Testoterm gym.*

- fordulatszám mérés 100...19 999 ford/min tartományban,
- a mérés felbontása 1 ford/min,
- kijelzés 4 és 1/2 számjegy,
- telepes üzem mód.

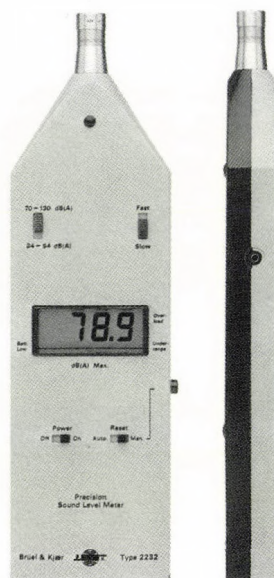


### **Precíziós hangszintmérő, 2232 típus.**

*Brüel Kjaer gym.*

- hangszintmérési tartomány 34...130 dB,
- A súlyozású szűrő,

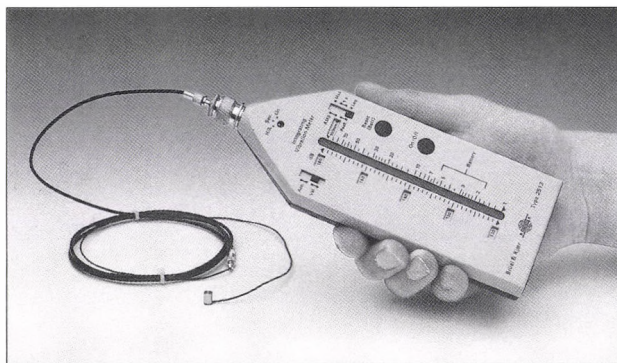
- lassú, gyors és max. tartású RMS üzemmódok,
- analóg kimenet,
- telepes üzem mód.



### **Integráló rezgésmérő, 2513 típus.**

*Brüel Kjaer gym.*

- frekvenciatartomány 10 Hz...10 kHz,
- a készülékhez 4384 típusú gyorsulásérzékelő tartozik,
- analóg kimenet,
- telepes üzem mód.



### **Integráló rezgésmérő, 2518 típus.**

*Brüel Kjaer gym.*

- a 2513 típusú rezgésmérő speciális változata vízzáró kivitelben.



**Rezgésmérő, 2511 típ.***Brüel Kjaer gym.*

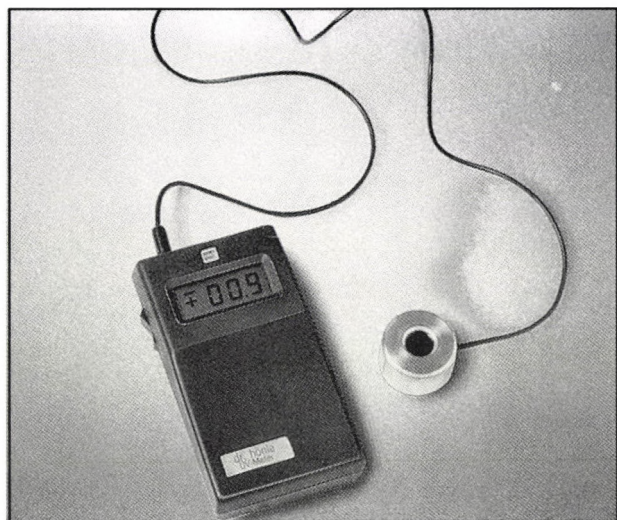
- frekvenciatartomány 0,3 Hz...15 kHz,
- méréstartomány  
gyorsulásra 0,01...100 m/s<sup>2</sup>,  
sebességre 0,1...1000 m/s,  
elmozdulásra 0,001...10 mm,
- analóg kimenet,
- telepes üzemmód.

**Rezgés- és kiegyensúlyozásmérő, 3517 típ.***Brüel Kjaer gym.*

- a benne lévő 2511 típ. rezgésmérő adatai megegyeznek a fentebb lévő adataival,
- hangolható keskenysávú szűrő 1621 típ. 0,2 Hz...20 kHz tartományban,
- forgó gépek statikus és dinamikus kiegyensúlyozásához 1976 típ. fázisjelző.

**UV sugárzásmérő UV-B***Dr. Hönle gym.*

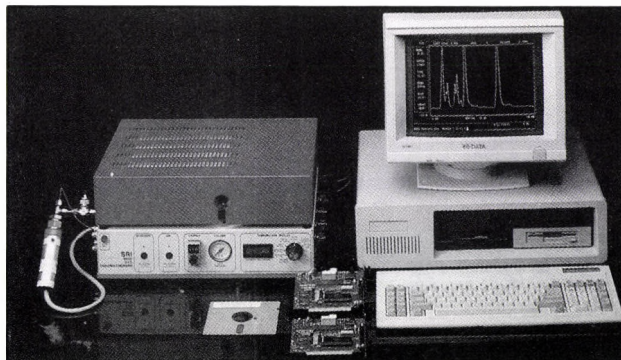
- méréstartomány 0...20, ill. 0...200 mW/cm,
- UV sugárzást 280...320 nm tartományban méri,
- telepes kivitel.

**UV sugárzásmérő, DRC-100X típ.***Spectronics gym.*

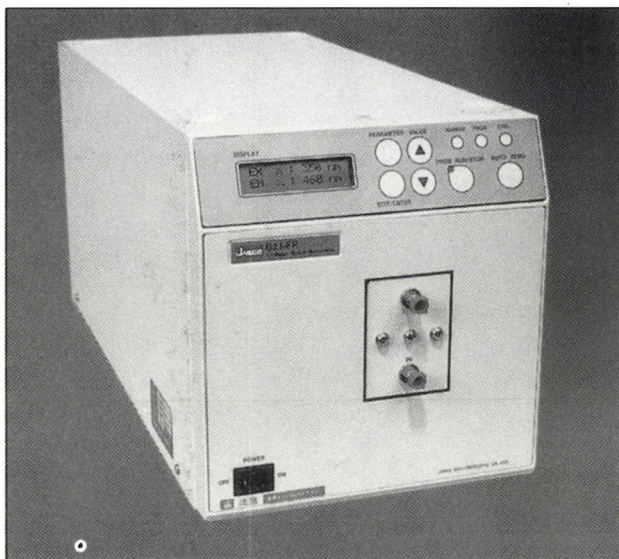
- méréstartomány 0...19,990  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ,
- UV sugárzást 254...485 nm tartományban méri,
- kijelzés 4 és 1/2 számjegyes,
- telepes üzemmód.

**Gázkromatográf, 8610 típ.***SRI gym.*

- hőmérséklet programozás 25...300 °C tartományban,
- lángionizációs detektor,
- fotoionizációs detektor,
- kijelzés 4 számjegyes,
- regisztráló kimenet.

**Spektrofluoriméter, 821FP típ.***JASCO gym.*

- monokromátoros kivitel,
- emissziós hullámhossztartomány 220...700 nm,
- digitális kijelzés,
- regisztráló kimenet.

**Spektrofluoriméter, 450 típ.***Unipath gym.*

- hullámhossz beállítás szűrőkkel,
- gerjesztési tartomány 360...490 nm,
- emissziós tartomány 415...535 nm,

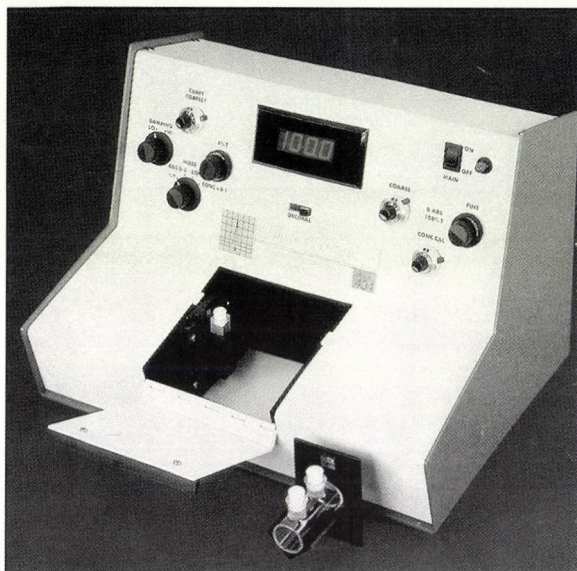


- a koncentráció méréstartománya 0...1999,
- regisztráló kimenet,
- kijelzés: 3 és 1/2 számjegy,
- hordozható kivitel.

#### **Olajtartalom meghatározó, HC 404 típus.**

*Buck gym.*

- fix hullámhosszon (340 nm) gyors analízisre használható készülék,
- transzmittancia: 0...100%,
- számjegyes kijelzés.



#### **Biogáz-analizátor, Analox 1200 típus.**

*Scottish Anglo gym.*

- $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  és  $\text{O}_2$  mérésére alkalmas készülék,
- abszolút és relatív nyomásmérés,
- RS-232 kimenet,
- telepes üzemmód.



#### **Autoteszter, MT-6 típus.**

*FFV gym.*

- hordozható motordiagnosztikai készülék fordulatszám mérésre, előgyújtásszög, zárasszög beállítására,
- hengerteljesítmény különbség mérés,
- feszültség, áram és ellenállás mérés.





## V á l l a l j u k

- elektromos, elektronikus, elektromechanikus,
- anyagvizsgáló, analitikai, optikai
- regisztráló, folyamatirányító
- orvosi, diagnosztikai

### **műszerek és berendezések javítását, kalibrálását.**

Hibás műszereit garanciával megjavítjuk és kalibráljuk. Szervíz és nagypontosságú laborműszerek valamint speciális szakterületek mérőműszereinek javítását egyaránt vállaljuk. Felkészült szakembereink gyors és minőségi munkával, modern laboratóriumi háttér támogatással állnak tisztelt ügyfeleink rendelkezésére.

**Részletes információért forduljon ügyfélszolgálatunkhoz!**

---

### **MTA-MMSZ Kft. M ű s z e r h á z**

Cím: 1119 Budapest,  
Etele út 59-61.

telefon: 161-0000  
tel/fax: 161-2280

Postacím: 1502 Budapest  
Pf.: 58.



Összeállította: **RADNAI RUDOLF**

**Garner, M. – Templeton, A.: Cordless Voice and Data Communication – Market Strategies**

London, Ovum, 1992, 325 p.

Az előrejelzések szerint a 90-es évek végére az üzleti életben használt telefonkészülékek közül minden ötödik vezeték nélküli lesz. 2000-re a vezeték nélküli telefonok eladási forgalmát 5,2 billió dollárra becsülik, ehhez még 1,5 billió dollárral járul hozzá várhatóan a vezeték nélküli lokális számítógéphálózatok forgalma. Ezek az adatok, sok egyéb előrejelzés mellett, az Ovum új tanulmányában találhatók.

A vezeték nélküli beszéd és adatátvitel a hírközlés leggyorsabban fejlődő területei közé tartozik, ennek oka elsősorban az, hogy a vezeték nélküli rendszerek gazdaságosan és gyorsan telepíthetők. Mint minden gyorsan terjedő új technika esetében, a vezeték nélküli hírközlésre is igaz, hogy a felhasználók nem eléggé tájékozottak a lehetőségekről és költségekről.

A könyv szerzői 12 fejezetben tekintik át a témával kapcsolatos legfontosabb technikai és gazdasági kérdéseket. Az már a mű tartalomjegyzékéből is kiderül, hogy elsősorban döntéshozók, menedzserek és gazdasági vezetők részére készült. Méginkább nyilvánvalóvá válik mindez, ha beleolvasunk az egyes fejezetekbe. A technikai jellegű ismertetőik rendkívül rövidek, a szerzők feltételezik az olvasó tájékozottságát. Ezzel szemben rendkívül részletes gazdaságossági analízist és előrejelzést adnak valamennyi részterülettel kapcsolatban.

A tanulmány a gazdasági kapcsolatteremtéshez is segítséget nyújt, az utolsó fejezetben található cím és termék, illetve szolgáltatás jegyzékkel.

(Ovum Ltd., 7 Ratbone Street, London W1P 1AF, England)

**Adhesives Digest. Edition 7.**

Englewood, IPS, 1992, 961 p.

Az IPS (International Plastics Selector) a D.A.T.A. Business Publishing kiadó leányvállala-

ta hetedik alkalommal jelentette meg a ragasztók jellemzőit tartalmazó útmutatót.

A hatalmas adatmennyiséget tartalmazó ki-tűnően szerkesztett könyv a ragasztás-techno-lógia elvi alapjait összefoglaló bevezetéssel kez-dődik. A tömör elméleti bevezetőt a vonatkozó ASTM vizsgálati eljárások rövid leírása, majd a ragasztófajták osztályozása követi. Az elméleti bevezető után egy index következik, amely a ragasztandó felületekhez rendeli hozzá a hasz-nálható ragasztókat. Ezt a részt a tulajdonkép-peni katalógus követi, amelyben a ragasztók részletes specifikációja szerepel. Az útmutató következő része az egyes műszaki tulajdonsá-gok alapján sorrendbe állítva sorolja fel a ra-gasztókat. Ebből a részből választható ki a leg-alkalmasabb ragasztó egy-egy konkrét feladat-hoz.

A befejező részben különböző indexek: gyár-tó/szállító index, kereskedelmi név index, ké-miai alapanyag index segítik az eligazodást.

(IPS, 15 Iverness Way, Englewood,  
CO 80155, USA)

**Snyder, D. E. Ed.: The Interpharm International Dictionary of Biotechnology and Pharmaceutical Manufacturing**

Buffalo Grove, Interpharm,  
1992, 270 p.

Dean Snyder több tucat szakértővel állított össze a biotechnológiai és gyógyszerészeti szakkifejezések magyarázó szótárát. A tömör, rendkívül korrekt magyarázatokat tartalmazó könyvben mintegy 1800 címszó szerepel ABC rendben. A címszavak között megtalálhatók a gyógyszerészeti kutatás és gyártás európai és amerikai területen használatos fogalmai. A könyv terjedelmes Függelékében a biotechnológia és gyógyszerészet területén használt rövidítések magyarázata (amerikai, angol, francia és latin rövidítések), SI és gyógyszerészeti mértékegységek felsorolása és átszámítási táblázata van.

A könyv hátoldalán lévő tasakban található mágneslemezen a szótár teljes szókészletét rög-



zítették ASCII kód alakban, így az a felhasználó szövegszerkesztőjének szótárához illeszthető.

*(Interpharm Press, 1358 Busch Pkwy,  
Buffalo Grove, IL 60089, USA)*

### **Business Partner Directory International**

Dallas, EDI, spread the world,  
1992, 208 p.

Évszázadok óta papírra írt dokumentumok képezik a kereskedelmi ügyletek alapját. Ma ezeket a dokumentumokat az esetek nagy hányadában számítógéppel készítik, és FAX-on vagy borítékban, a hagyományos postai úton továbbítják. Mindez idő- és munkaigényes, valamint rengeteg papírt fogyaszt. Megoldást kínálnak ezekre a problémákra egy új rendszer, az elektronikus adatcsere (Electronic Data Interchange, EDI), amely egyezményes szabványt használ az ügyletek számítógéptől számítógépig történő továbbítására.

1987-ben fogadták el az ENSZ/EDIFACT szabványt, ennek magyar honosítására 1991-ben került sor (MSZ ISO 9735). Az EDI magyarországi elterjesztésének támogatása a TRANS-EDI Iroda (1119 Budapest, Than Károly u. 3-5) feladata.

Az EDI felhasználóinak üzleti tájékoztatója a világ 79 országából 10500 cég adatait tartalmazza név ABC sorrendben. Ebben a kiadványban nem szerepelnek az USA EDI felhasználók, mivel azok adatait a kiadó másik tájékoztatója, az EDI Yellow Pages tartalmazza. Mindkét kiadványban több értékes referencia információ is található például az EDI fogalmak magyarázata, EDI szemináriumok és tanfolyamok adatai stb.

*(EDI, spread the world, 13805 Wooded  
Creek Drive, Dallas, TX 75234, USA)*

### **The 1993 World Satellite Directory**

Potomac, Phillips Business Information,  
1993, 976 p.

A 70-es évek óta a műholdas távközlés és műsorszórás gyors ütemben fejlődött. A műholdak megbízhatósága, élettartama és adóteljesítménye, valamint az átviteli rendszerek hasznos sávszélessége jelentősen nőtt, és ezzel a műholdas távközlés költségei csökkentek.

A különböző műholdas adatátvitellel foglalkozó szakfolyóiratok (Satellite News, Via Satellite, Mobile Satellite News stb.) kiadója, a Phillips Business Information évente adja ki a műholdas távközlés világmutatóját. Az 1993-ban 13. alkalommal megjelentetett művet az előző évi kiadáshoz képest alapvetően átdolgozták, 5 új szekció, csaknem hater ezer változás és 575 új cég szerepel benne. A hatalmas adatgyűjteményben háromféle index (termék, ill. szolgáltatás, cég-név és geográfiai elhelyezkedés) szerint kereshet adatokat a felhasználó. Két táblázat jól áttekinthetően tartalmazza a műholdak és azok üzemeltetőinek legfontosabb adatait. A műholdas távközlés gyártó és szolgáltató vállalatainak adatai mellett tájékoztatást kap az olvasó a világ valamennyi országának postai szervezeteiről és a különböző nemzetközi szervezetekről.

*(Phillips Business Information, P. O. Box  
61110, Potomac, MD 20859-1110, USA)*

### **Roney, A.: The European Community Fact Book**

London, Kogan Page, 1991, 210 p.

Az Európai Közösség kialakulása napjaink egyik legizgalmasabb problémája. Nem csoda tehát, hogy könyvek és tanulmányok egész sora foglalkozik az egyesülés várható következményeivel. Az elemzések mellett olyan kiadványok is napvilágot látnak, amelyek tényeket közölve segítik az eligazodást Európa új közösségének szervezeti és működési rendjében. Ezek sorába tartozik Roney műve.

A szerző tömör és tényszerű ismertetést ad az olvasónak, amelyből megtalálja a választ a Közösség életét és kapcsolatait érintő kérdésekre. A könyv tartalmát és a benne szereplő ismereteket átfogó jellegét jól jellemzik az alábbi fejezetcímek: Az Európai Közösség céljai és szervezetei; Szervezeti és konzultatív intézmények; Törvények és eljárások; Költségvetés és pénzügyi alapok; Szabványok; Vámok és korlátozások; Adózás, Szerzői jogok; Fejlesztési politika, Szociális politika; Környezetvédelmi előírások.

A könyv rendkívül bőséges Függelékében az Európai Közösség különböző szervezeteinek adatai (név, cím stb.) szerepelnek.

*(Kogan Page, 120 Pentonville Road,  
London N1 9JN, England)*



**Krol, E.: The Whole Internet User's Guide & Catalog**

Sebastopol, O'Reilly & Ass.,  
1992, 400 p.

Az Internet, a világ legnagyobb számítógéphálózata már a 70-es évek elején is megvolt, bár akkor még másképpen nevezték. Az amerikai ARPAnet rendszert hadi kutatások támogatására szervezték a különböző kutatóhelyeken használt számítógépek közötti megbízható és gyors adatátvitelre. A rendszerben használt elv, hogy az átvinni kívánt üzeneteket az Internet Protocol szerint, borítékolják és továbbítják a címzetthez, gyorsan elterjedt. Előbb az Egyesült Államokban, majd Nyugat-Európában sorra jöttek létre a kisebb hálózatok, amelyek az azonos protokollnak köszönhetően kommunikálni tudtak egymással. Az egyre több új szolgáltatásnak (adatbázisok elérése, elektronikus posta stb.) köszönhetően az Internet felhasználók száma az elmúlt hét évben az akkori hússzorosára növekedett.

Krol könyve részletes Internet ismertető és kézikönyv egyben. Az ismertető része az új felhasználók számára mutatja be a hálózat felépítését és működését, míg a hasznos adatokat és információkat tartalmazó részeket a gyakorlott felhasználók számára írta a szerző. Néhány fejezetcím a könyvből: Az Internet története; Hogyan működik az Internet; Mi továbbítható az Internet hálózaton; Fájlok átvitele; Az elektronikus posta használata; Fax átvitel; Biztonság és titkosság; Az Internet adatbázisok.

A könyv befejező része adatgyűjtemény, amelyben például a nemzetközi kapcsolatok során használt kódok és adatbázis-témagyűjtemény szerepel.

(O'Reilly & Associates, 103 Morris St.,  
Sebastopol, CA 95472, USA)

**Lauff, Dr. R. J.: Firmenkooperationen im Umweltschutz zwischen Ost- und Westeuropa**

Köln, TÜV Rheinland, 1991, 220 p.

Egyre fenyegetőbb jelek figyelmeztetnek arra, hogy az áldásosnak kikiáltott ipari fejlődés végzetes és jöváthetetlen károkat okoz természeti környezetünkben. Különösen veszélyes a helyzet Kelet-Európában, ahol a termelés mennyiségi növekedésének minden áron való erőltetése elvonja a figyelmet a környezeti ká-

rokról. Ugyanakkor a kelet-európai országok abban a szerencsés helyzetben vannak, hogy tanulhatnak az iparilag fejlett nyugat-európai államok szomorú tapasztalataiból és szerencsés esetben megelőzhetik azokat a problémákat, amelyek előbb jelentkeztek a kontinens nyugati felén.

A Kereskedelmi Kamarák Szövetségének német csoportja 1990. szeptember 15-én szakmai szemináriumot szervezett a kelet- és nyugat-európai országok környezetvédelmi együttműködésének előmozdítására. A szemináriumon a házigazda német környezetvédők mellett lengyel, cseh, orosz és magyar szakemberek vettek részt.

A szeminárium anyagát tartalmazó könyvben 15 előadás szövege található meg. A könyv Függelékében az előadók adatai (intézmény, beosztás, cím) mellett egy újságciikk gyűjtemény található meg, amelyben a témával foglalkozó német nyelvű irodalmat gyűjtötte össze a szerkesztő.

(Verlag TÜV Rheinland GmbH, Postfach  
903060, D-5000 Köln 90, Germany)

**Friedl, W. J.: Praxis der industriellen Sicherungstechnik**

Gräfelfing, Resch, 1992, 347 p.

Az ipari létesítmények biztonságát olyan sokféle veszély fenyegeti, hogy az ellenük való védekezéshez több szakma ismereteit kell elsajátítani. Friedl tehát nehéz feladatra vállalkozott, amikor egyetlen könyv keretein belül akart választ adni a modern ipari biztonságtechnika aktuális, gyakorlati kérdéseire.

A szerző sikerrel oldotta meg ezt a feladatot, sőt még arra is kiterjedt figyelme, hogy színes történeti bevezetőt írjon a régmúlt idők biztonságtechnikai megoldásairól.

A mű 12 fejezetből áll. Az egyes fejezetekben olyan témakörökről kap tájékoztatást az olvasó, mint tűz és behatolás elleni védekezés, a számítógépes adatok védelme, vagy a bombák és egyéb terrorista cselekmények elleni felkészülés. A szerző valamennyi fejezetben ismerteti a védekezés legújabb technikai megoldásait, és igen hasznos gyakorlati tanácsokat ad azok kiválasztásához és telepítéséhez. A könyv talán egyik legnagyobb érdeme, hogy a szerző nem különálló feladatoknak tekinti az egyes védekezési módszereket, hanem egységes biztonságtechnikát, komplex védekezési rendszereket ajánl és ismertet.



A közbiztonság világszerte egyre égetőbb kérdéssé válik napjainkban, ez adja Friedl könyvének aktualitását.

(Resch Verlag, Postfach 1260, 8032  
Gräfelfing, Germany)

### **Proceedings of the ECOC'92 Conference**

Berlin, VDE, 1992, 930 p.

1992. szeptember 27. és október 1. között rendezték meg Berlinben a fényvezető szálás hírközlés legnagyobb európai konferenciáját. Az ECOC'92 (European Conference on Optical Communication) az eseménysorozat 18. rendezvénye volt és szinte példátlan érdeklődés kísérte. A fényvezető szálak és az optoelektronikai elemek intenzív kutatása a műszaki paraméterek gyors javulását eredményezi, ezért ezen a területen a konferenciáknak különös jelentősége van. Az ECOC'92 esetében az érdeklődést még az is fokozta, hogy az Európai Közösség megalakulásával egy egységes és igen jelentős piac van kialakulóban, amely rendkívül fontos az amerikai és japán gyártók számára.

Jól tükrözték ezt a tény a konferencia előadásai is. A poszter szekciókon kívül 24 témacsoport szerepelt a programban. Néhány szekciócím a konferenciáról: Félvezető lézerek; Nagysebességű adatátviteli rendszerek; Kapcsolók és modulátorok; Koherens rendszerek; Optikai kötések; Kapcsolás és jelfeldolgozás lézer-erősítőkkel; Optikai szűrők; Integrált optikai építőelemek; Szélessávú hálózatok. A konferencia előadóinak többsége a nagy gyártócégeket (Alcatel, Siemens, GEC, Corning stb.) képviselte, ezek újdonságait a konferenciával egyidőben rendezett kiállításon is bemutatták.

(VDE-Verlag, Bismarckstrasse 33, D-1000  
Berlin 12, Germany)

### **Adeli, H. Ed.: Parallel Processing in Computational Mechanics**

New York, Marcel Dekker, 1992, 353 p.

A párhuzamos feldolgozás lényege, hogy egyetlen, sok számítási műveletet igénylő problémát egy sor független feladatra bontunk, és ezeket egyidejűleg, időben párhuzamosan oldjuk meg. A párhuzamos feldolgozást (PDP, Parallel Distributed Processing) a félvezető és szá-

mítástechnika rohamos fejlődésének köszönhetően egész sor olyan területen is használni kezdték, ahol egy évtizede a rendkívüli költségek még kizárták ezt a megoldást. Az elmúlt néhány évben mintegy 30 párhuzamos számítógépfajta jelent meg a piacon többek között az Intel iPSC és az Inmos Transputer családja.

Hojjat Adeli a Stanford University professzora szerkesztője és társszerzője is a könyvnek, amely a Supercomputing in Engineering Analysis című sorozat második köteteként jelent meg. A könyv 11 fejezetet tartalmaz. Az első fejezet a párhuzamos feldolgozás elméletét és a párhuzamos számítógépek felépítését ismerteti. A második fejezetben a párhuzamos programozási nyelveket és technikákat tekintik át a szerzők. A 3., 4. és 5. fejezetek a paralel algoritmusokkal és szekvenciális programok párhuzamos végrehajtásával foglalkoznak. A 6.–11. fejezetekben a párhuzamos feldolgozás különböző mérnöki alkalmazásait tekintik át a szerzők. Nem konkrét példák szerepelnek ezekben a fejezetekben, hanem általános elvek és módszerek, részletes matematikával.

A kitűnően szerkesztett könyvet 275 ábra gazdagítja.

(Marcel Dekker, 270 Madison Ave,  
New York, NY 10016, USA)

### **Göhring, H. – Kauffels, F.: Token Ring. Principles, Perspectives and Strategies**

Amsterdam, Addison-Wesley,  
1992, 322 p.

A Token Ring egy IBM lokális számítógép hálózat neve. Elvét 1972-ben dolgozta ki von Willemjin, azonban az IBM csak 1985-ben mutatta be a rendszert, mint viszonylag olcsó, bővíthető és nagysebességű adatátviteli hálózatot. Jelenleg az Ethernet mellett a Token Ring a legfontosabb szabványosított lokális hálózat. Szabványosítása 1982-ben kezdődött meg az IEEE 802 bizottságában, és jelenleg is folyik a szabvány bővítése, kiegészítése. A Token Ring egy ún. nyílt rendszer, IBM és nem IBM készülékek is rendszerelemek egyaránt használhatók fel benne.

Göhring és Kauffels könyve a lokális számítógéphálózatokat tervező, építő és üzemeltető szakemberek számára készült. A szerzők az arányosan felépített könyvben minden elméleti és gyakorlati kérdést érintenek, ami a Token Ring hálózatok bevezetésével és alkalma-



zásával kapcsolatban a gyakorlatban felmerülhet. Néhány fejezetcím a könyvből: A Token Ring története és perspektívája; A Token Ring rendszerek alkalmazási területei; Adatáramlás a Token Ring rendszerben; Állomások csatlakoztatása a rendszerhez; Az ISO 8802.5 előírás értelmezése; Az IBM PC LAN program; Az OS/2 LAN Manager; A hálózatokban használható programokról; Az Ethernet és a Token Ring összehasonlítása.

(Addison-Wesley, P. O. Box 75598, 1070 AN  
Amsterdam, The Netherlands)

**Rubenking, N. J.: Turbo Pascal for  
Windows Techniques and Utilities**  
Emeryville, Ziff-Davis, 1992, 1100 p.

A Turbo Pascal programozási nyelv és a Windows operációs környezet egyaránt jól ismert volt a 80-as évek eleje óta. Együttes használatuk azonban csak 1991-ben vált lehetővé. A Windows első változatai lassúak voltak, és az akkori video hardverek teljesítőképessége is erősen korlátozta használatukat. A speciálisan Windows alatti felhasználásra készített Turbo Pascal for Windows (TPW) megtartotta a Turbo Pascal 6.0 valamennyi előnyös tulajdonságát, és integrálta azokat a Windows jólismert és egységes felhasználói környezetébe.

Neil Rubenking, a PC Magazine technikai szerkesztője a könyv bevezető részében a DOS és Windows alatt használható Turbo Pascal változatokat hasonlítja össze. Ezt követően részletesen bemutatja a TPW használatát a Set-Up-tól kezdve az elkészült programok hibátlanításáig. Valamennyi fejezet hasonló felépítésű: az adott funkciók rövid elméleti ismertetése után gyakorlati példákkal illusztrálva mutatja be a szerző azok használatait. Különleges súllyal szerepelnek a könyvben a tárgy-orientált programozással kapcsolatos TPW ismeretek.

A könyvhöz mellékelt két mágneslemezen az alapvető Windows funkciókat tartalmazó WIN31 egység mellett egy sor hasznos segédprogram és a könyvben szereplő mintaprogramok forráskódja található meg.

(Ziff-Davis Press, Box 7247-8235, Philadelphia,  
PA 19710-8235, USA)

**The Handbook of IBM  
Terminology 1992**

Newbury, Xephon, 1992, 347 p.

Az IBM a világ vezető számítástechnikai vállalata, ezért a gyártmányleírásaikban, kézikönyveikben használt terminológia meghatározó az egész iparág számára. A Xephon angol szaktanácsadó cég évente kiadja az IBM-irodalom speciális kifejezéseit ismertető kézikönyvet. Az 1992-es kiadás 2595 címszót tartalmaz, ez mintegy 15 %-os növekedés az előző évi kiadáshoz képest. A címszavak magyarázatait tartalmazó pontos és alapos leírások néhol rövid szakcikkeknek is beillenek. A szerzőket dicséri, hogy esetenként humoros részletek színesítik a leírásokat. A Xephon szakértői kivételes szakmai pozícióból, az IBM gyártmányok és cég stratégiájának ismeretében, a legfrissebb publikált és belső IBM irodalom birtokában végzik ezt a hagyományosan magas színvonalú tájékoztatást.

Az IBM szakmai kifejezéseinek kézikönyvét számítástechnikai szakemberek mellett az oktatás és a műszaki tájékoztatás területén dolgozók hasznosíthatják jól.

(Xephon plc, 27-35 London Road,  
Newbury RG13 1JL, England)

**Burgbacher, G. – Roth, K.: Konzepte in  
der Abfallwirtschaft**

Ehningen, Expert, 1992, 295 p.

Stílszerűen 100 %-ig újrahasznosított papíron nyomtatták Burgbacher és Roth könyvét, amely a hulladékgazdálkodás általános koncepciójával foglalkozik. Az iparilag fejlett országokban óriási mennyiségű hulladék keletkezik. Ez egyrészt anyagi veszteséget jelent, másrészt erősen terheli a természetes környezetet.

Németországban az Európai Közösség új környezetvédelmi előírásait figyelembe véve kutatják azokat a hulladékhasznosítási megoldásokat, amelyek gazdaságossági és környezetvédelmi szempontból egyaránt megfelelőek. Az igazi megoldást ezen a területen az jelenti, ha már a gyár-tervezés első fázisában gondolkodnak a tervezők a hulladék hasznosítására.

A könyv tulajdonképpen hulladékhasznosítási esettanulmányok gyűjteménye. A szerzők többek között Baden-Württemberg tartomány és Stuttgart város hulladékhasznosítási koncepcióját ismertetik, majd olyan iparvállalatok hul-



ladékhasznosítási eredményeit és terveit ismerhetjük meg, mint a Hoechst AG és a Mercedes Benz.

A könyv Függelékében a német környezetvédelmi jogszabályok kivonatos összeállítása található.

*(Export Verlag, Goethestr. 5, 7044 Ehningen bei Böblingen, Germany)*

### **The EC Information Handbook 1992/93**

Brussels, The EC Committee of the  
American Chamber of Commerce,  
1992, 166 p.

Az Európai Közösség (EC) létrehozásakor az alábbi célokat fogalmazták meg:

- a tagállamok állampolgárainak szabad, kötöttségek és korlátozások nélküli helyváltoztatása a Közösségen belül,
- közös fizetőeszköz,
- közös előírások és szabályok a Közösségen kívüli államokkal fenntartott kapcsolatok valamennyi területén,
- közös technikai szabványok.

Nyilvánvaló, hogy a fenti célok megvalósítása óriási feladat, amelyhez komoly szervezésre volt és van szükség. Az EC szervezeteinek és intézményeinek felépítését ismertető kiadvány második alkalommal jelent meg. Az ismertető valamennyi fontos adatot tartalmaz, amelyre az Európai Közösséggel való együttműködés során szükség lehet. Az EC különböző szervezeteinek rövid ismertetése, címe és egyéb adatai, például a vezető beosztású tisztségviselők neve mellett található a könyvben olyan adatok is, amelyek gazdasági és kereskedelmi világszervezetek működésével kapcsolatosak. Így szerepel a felsorolásban többek között a GATT, a Világbank és a Nemzetközi Valutaalap valamennyi fontos adata is.

A kiadvány végén az EC működésével kapcsolatos szakirodalmi útmutató található.

*(The EC Committee of the American Chamber of Commerce Avenue des Arts 50, BTE5, 1040 Brussels, Belgium)*

### **Turino, J.: Managing Concurrent Engineering**

New York, Van Nostrand Reinhold,  
1992, 154 p.

Napjainkban az ipari termelés egyik fő jellemzője a kíméletlen versenyfutás a gyártó cégek között a piacok megszerzéséért. Ennek egyik velejárója, hogy csökken a gyártmányfejlesztésre jutó idő. Az Electronic Design amerikai magazin közvéleménykutatása szerint az amerikai elektronikai iparban az elmúlt két év alatt 70-80 %-kal csökkent a gyártmányfejlesztésre szánt idő. Ez az elképesztő adat egyértelműen jelzi, hogy többről van szó, mint a fejlesztő mérnökök gyorsabb munkájáról, amely a számítógépes tervezés elterjedésének köszönhető. Új gyártásszervezési koncepciók gyorsítják meg az új termékek piacra kerülését. Az egyik ismert új elmélet a konkurens tervezés, amelynek lényege, hogy egyidőben folynak olyan tervezési műveletek, amelyek a hagyományos rendszerben egymást követően zajlottak. A nyilvánvaló előnyök mellett ennek a módszernek hátránya, hogy összetettebb feladat az egyes lépések irányítása és koordinálása. Ehhez az irányításhoz ad segítséget Turino könyve. A szerző az amerikai Logical Solutions Technology cég elnökeként csaknem húsz éve vezet szemináriumokat és tanfolyamokat a modern gyártásszervezés témakörében. Könyve tulajdonképpen tankönyv, amelyben az egyes fejezetek végén ellenőrző kérdések is vannak. A mű példaként elektronikai gyártmányok tervezési lépéseit mutatja be, azonban a következtetések és megállapítások más iparágban is érvényesek.

*(Van Nostrand Reinhold, 115 Fifth Ave, New York, NY 10003, USA)*

### **Schütz, M.: Das grosse Handbuch der Kommunikations-technik.**

**Grundlagen, Geräte, Systeme**

Schondorf, Kriebel, 1991, 390 p.

A számítástechnika mellett a hírközlés fejlődik a leggyorsabban és leglátványosabban napjainkban. A technikai és technológiai fejlesztések bevezetése a mindennapok gyakorlatába olyan gyorsan történik, hogy még a hírközlési szakembereknek is csak az állandó utánpótlás segíthet a lépéstartásban. A hírközlési szolgáltatások felhasználói általában nem szakemberek, mégis egyre több hírközlés-technikai fogal-



mat kell megismerniük, ha eredményesen kívánják felhasználni az információ továbbítás új eszközeit.

Schütz könyve az olvasók ezen nagy táborának jelent komoly segítséget. A szerző a közérthetőségre és a gyakorlati használhatóságra fektette a fő hangsúlyt. A mű három fő részből áll. Az első rész a hagyományos vezetékes hírközlés, a második a számítógépes információátvitel, a harmadik a rádióösszeköttetésen alapuló rendszerekkel kapcsolatos tudnivalókat mutatja be.

A szerző sehol sem tér ki részletesen műszaki megoldások ismertetésére, a tárgyalás végig felhasználás-orientált. Az egyes fejezetek rendkívül arányosak és jól illusztráltak. A 313 kitűnő ábra mellett a könyvet 22 táblázat egészíti ki. Ezek nagy része a Függelékben lévő adatgyűjteményben található.

(Kriebel Verlag, Angerweg 14, D-8913 Schondorf, Germany)

## Hirdessen a Műszerügyi és Méréstechnikai Közleményekben!

...ha műszert forgalmaz, árusít, gyárt...  
...ha külföldi műszergyárat képvisel...  
...ha méréseket vállal...  
...vagy van szabad műszerkapacitása...

Hirdetése eljut az ország csaknem valamennyi szakmai könyvtárába és a műszerbeszerzéseknél döntési joggal bíró szakemberek egész sorához.

Egy oldal hirdetés díja 20.000,- Ft + ÁFA (A/4 formátum). Ez az összeg a grafikai terv elkészítését és a teljes nyomdai előkészítést is magában foglalja. A fél oldalas hirdetés díja 10.000,- Ft + ÁFA.

A hirdetés ismételt megjelentetése, vagy két egymást követő kiadásban való megrendelése esetén a díjból kedvezményt adunk.

Ha hirdetni kíván lapunkban, vagy további információra van szüksége, kérjük jelentkezzen írásban vagy telefonon az alábbi címen:

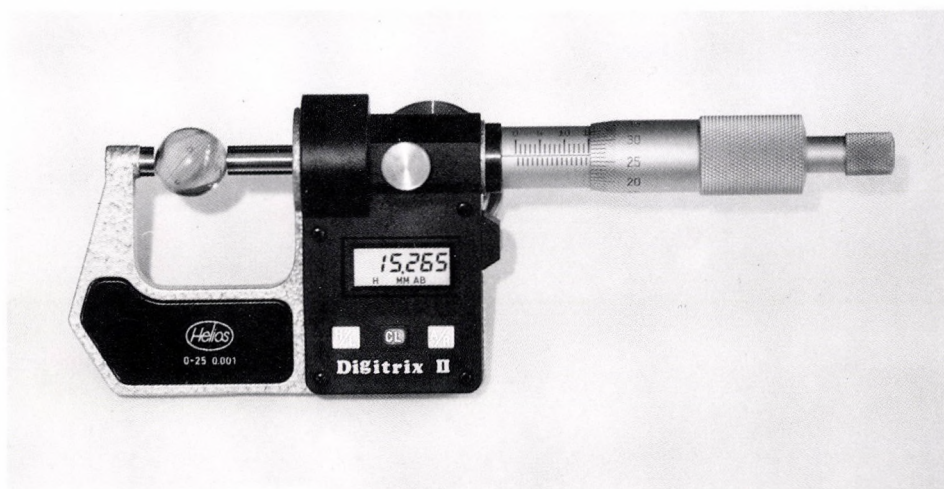
Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények Szerkesztősége  
MTA-MMSZ Kft.

Budapest 1502 Pf. 58. Tel.: 166-2366/205 mellék Fax: 161-2280, 162-0705



# TEKINTSÉN A JÖVŐBE!

**Biztosítsa gyártmányai minőségét!  
Alkalmazza a már hazánkban is elérhető  
csúcstechnológiát!**



- Precíz hosszmeréstechnika
- Mérőeszközök és mérőgépek
- Számítógépes vizsgáló rendszerek
- CAQ
- Hard- és szoftverek
- Keménység- és rétegvastagságmérők
- Mérőeszköz kalibrálás



**PT Precíziós Technika Kft.**

H-1148 Budapest, Fogarasi út 10-14.

Telefon/Fax: 252-8148

(Az ITI épületében)

**MINDENT EGY KOMPETENS KÉZBŐL!**

**PT**



# A környezetvédelem érdekében is:



## Műszerkölcsonzés, lízing

### Mérésszolgáltatás

- vízminőség-, levegőösszetétel vizsgálat,
- zaj- és rezgésmérés,
- talajszennyezettség vizsgálat mobil és telepített mérőállomások segítségével,
- laboratóriumi elemző mérések, kalibrálás.

## A környezetvédelem műszereinek

- szervízképviselete,
- javítása, felújítása,
- általánydíjas karbantartása.

## Környezetvédelmi szolgáltatások

- szakvélemény készítés,
- beruházási tanácsadás,
- egyedi környezetvédelmi műszerek, eszközök, rendszerek építése, telepítése,
- közreműködés környezetvédelmi ártalmak elhárításában.

## Kereskedelmi tevékenység

- piackutatás, -felmérés,
- környezetvédelmi műszerek, berendezések, alkatrészek és fogyóanyagok beszerzése és értékesítése,
- termék-család bemutató szervezése.

## Üzletház

(1075 Budapest Károly krt. 13-15.)

tel/fax: 142-1169

- SERVOMEX, HORIBA, TESTOTERM termékek eladási képviselete,
- környezetvédelmi anyagok, alkatrészek, fogyóanyagok és késztermékek eladása,
- HEWLETT-PACKARD számítástechnikai és analitikai anyagok, alkatrészek, fogyóanyagok és késztermékek eladása,
- szaktanácsadás az eladásra kerülő termékekre és a Kft. tevékenységére vonatkozóan.

---

## MTA-MMSZ Kft. Műszerház

Cím: 1119 Budapest,  
Etele út 59-61.

telefon: 161-0000  
tel/fax: 161-2280

Postacím: 1502 Budapest  
Pf.: 58.